

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

**DENSIDAD DE ALOJAMIENTO: CONSECUENCIAS SOBRE EL USO DEL ESPACIO, EL
COMPORTAMIENTO Y LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LA OVEJA LATXA
(*OVIS ARIES*)**

presentado por

ARETA LOREA MARKALAIN(e)k

aurkeztua

**INGENIERO AGRONOMO
NEKAZARITZA INGENIARITZA**

Septiembre, 2012 / 2012ko Irailan

Pamplona, 3 de septiembre de 2012

Este Trabajo Final de Carrera ha sido realizado por la estudiante Areta Lorea Markalain al objeto de obtener el título de Ingeniera Agrónoma en el marco de un Convenio de Colaboración, en apoyo de la formación práctica entre la Universidad Pública de Navarra y Neiker-Instituto Vasco de Investigación, siendo su directora Inma Estévez Ovejas (Profesor de Investigación IKERBASQUE, Catedrática de Producción Animal por la Universidad de Maryland) y su tutor José Antonio Mendizabal Aizpuru (Doctor en Veterinaria por la universidad de Zaragoza y profesor titular del Área de Producción Animal de la Universidad Pública de Navarra).

Fdo. Dra. Inma Estévez Ovejas
Directora del Trabajo

Fdo. Dr. José Antonio Mendizabal
Tutor del Trabajo

Fdo. Areta Lorea Markalain
Autora del Trabajo

RESUMEN

Al diseñar instalaciones ganaderas, determinar el espacio de que dispondrán los animales es uno de los aspectos más importantes. Además de influir directamente sobre el coste económico de la nave y sus instalaciones, tiene consecuencias sobre la salud, bienestar y por consiguiente productividad de las ovejas. Aun así, el tema del uso del espacio en la oveja gestante ha sido muy poco estudiado y las recomendaciones de densidad de alojamiento de los distintos manuales no están justificadas.

Por todo esto, la finalidad del presente Trabajo Fin de Carrera ha sido estudiar de qué manera la densidad de alojamiento afecta a parámetros productivos y de comportamiento en la oveja Latxa gestante para llegar a conclusiones de aplicación práctica sobre la densidad de alojamiento, intentando aunar mejoras en el bienestar animal y el rendimiento productivo.

Con este objetivo, se dispuso de 54 ovejas, de raza Latxa y de gestación confirmada alojadas en 9 corrales experimentales (6 ovejas/corral). Se utilizaron 3 densidades de espacio distintas (1, 2, y 3 m²/animal), con 3 repeticiones por cada una de ellas.

La toma de datos se realizó mediante el software Chickitizer dos veces por semana durante un total de 30 minutos por corral. Se determinaron, de manera simultánea, las coordenadas y la actividad (comer, beber, ingestión de minerales, de pie, descansar, andar, explorar, autoacicalarse, estereotipias, interacción negativa e interacción positiva) de cada animal. Mediante los datos de situación de cada oveja se calculó distancia total, neta, mínima, máxima, al vecino más próximo, más lejano y relación entre distancia neta y distancia total. Por otro lado, se calcularon las frecuencias medias de cada una de las actividades. Además, conforme nacían los corderos se tomaron datos de sexo, número de corderos por madre y peso. Estos datos se emplearon para calcular prolificidad y peso de los corderos al nacimiento.

Se estudió el efecto de la disponibilidad de espacio, el tiempo (en semanas) y la interacción entre ambos sobre las distancias medias y frecuencias medias de comportamiento mediante un modelo mixto de análisis de la varianza (ANOVA). Respecto a las variables productivas, se estudió el efecto de la densidad sobre la

variable de prolificidad mediante un modelo mixto y el efecto de la “disponibilidad de espacio”, “sexo de los corderos” e “hijo múltiple” sobre el peso de los corderos al nacimiento mediante un ANOVA.

Los resultados indican que las distancias total, neta y máxima son mayores en los corrales medianos y grandes en comparación a los pequeños, mientras que la distancia al vecino más próximo es mayor en los grupos con mayor disponibilidad de espacio ($P < 0,05$). Además se observaron frecuencias más elevadas del comportamiento comer (posiblemente relacionado con un comportamiento de evasión de los otros miembros del grupo) e interacciones positivas y negativas en recintos medianos y pequeños ($P < 0,05$). Esto podría indicar que la reducción espacial incide directamente en las relaciones sociales del grupo. No obstante, como la frecuencia de interacciones positivas fue substancialmente mayor a las negativas y como tampoco se encontraron resultados significativos en los parámetros reproductivos ($P > 0,05$), no es posible concluir que la reducción espacial suponga un gran coste en términos de estrés social para las ovejas. No obstante a efectos prácticos, podría ser recomendable dar un mínimo de $2 \text{ m}^2/\text{oveja}$ para asegurar el bienestar animal.

Contrariamente a lo esperado parece que la gestación no afecta a los desplazamientos de las ovejas. Sí que se ha observado que la distancia al vecino más próximo aumenta y que la ingestión de sales y la frecuencia de estar de pie disminuyen conforme avanza la gestación ($P < 0,05$), pero esto no implica que las necesidades espaciales cambien durante este periodo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
0. AGRADECIMIENTOS	1
1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. El ganado ovino.....	4
1.2.1. El sector del ganado ovino	4
1.2.2. Ganado ovino de Raza Latxa	5
1.3. Bienestar animal	7
1.3.1. Evolución y conceptos generales	7
1.3.2. Normativa	9
1.4. Relación entre bienestar animal, estrés, disponibilidad de espacio y gestación.	13
1.5. Objetivos.....	17
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
2.1. Instalaciones y animales	18
2.2. Toma de datos	21
2.2.a. Parámetros de Uso del Espacio	24
2.2.b. Parámetros de Comportamiento	26
2.2.c. Parámetros productivos	28
2.3. Análisis estadístico.....	28
3. RESULTADOS.....	30
3.1. Distancias	30
3.2. Comportamiento alimenticio.....	39
3.3. Actividad	42
3.4. Comportamiento social	46
3.5. Parámetros productivos	48
4. DISCUSIÓN.....	49
4.1. Distancias	49
4.2. Comportamientos alimenticios	52
4.3. Actividades.....	54
4.4. Comportamiento social	57
4.5. Parámetros productivos	58
5. CONCLUSIONES.....	60
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
7. ANEXO A: Imágenes de los corrales	69
8. ANEXO B : Poster AWIN	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 a y 1b: Evolución en el tiempo del mercado de ganado ovino en España y en Europa	4
Figura 2: Plano de los 9 corrales.....	19
Figura 3: Plano de los tres tamaños de corrales experimentales en los que se representa el sistema de coordenadas de letras y números empleado.	22
Figura 4: Imagen de captura de datos mediante Chickitizer (Sanchez y Estévez, 1998)	22
Figura 5: Imagen de fichero "txt" con los datos almacenados.....	23
Figura 6: Esquema de una situación imaginaria que representa la posición inicial y final de una trayectoria de ocho puntos, donde dt es la distancia total y dn la distancia neta.	25
Figura 7: Esquema de una situación imaginaria que representa la trayectoria de tres ovejas durante un intervalo de tiempo. Donde los números 1, 2 y 3, indican la oveja que realiza la trayectoria.	26
Figura 8: Evolución en el tiempo de la distancia total media recorrida (cm) por las ovejas en cada periodo de observación de 15. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).	31
Figura 9: Distancia total recorrida (cm/15 min observación) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). ...	31
Figura 10: Evolución en a lo largo de las semanas de la distancia neta media (cm) recorrida por las ovejas en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). ...	32
Figura 11: Distancia total recorrida (cm) para cada densidad.	32
Figura 12: Evolución en el tiempo del ratio entre distancia neta y distancia total recorrida por las ovejas en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).	33
Figura 13: Evolución en el tiempo de la distancia mínima (cm) recorrida por las ovejas en cada observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).	34
Figura 14: Evolución en el tiempo de la distancia máxima (cm) recorrida por las ovejas en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).	35

Figura 15: Distancia máxima (cm) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).	36
Figura 16: Distancia al vecino más lejano (cm) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).	37
Figura 17: Evolución en el tiempo de la distancia al vecino más próximo (cm). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$). ...	38
Figura 18: Distancia al vecino más próximo (cm) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).	38
Figura 19: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Comer” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).	39
Figura 20: Frecuencia de “Comer” (%) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).	40
Figura 21: Frecuencia de “Beber” (%) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).	40
Figura 22: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Ingestión de sales” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).	41
Figura 23: Frecuencia de “Ingestión de sales” (%) para cada densidad.....	41
Figura 24: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Explorar” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. *** indican diferencias estadísticamente significativas entre densidades ($P<0,001$.) † indica diferencias que tienden a la significación entre densidades ($P<0,10$).	42
Figura 25: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Andar” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos.....	43
Figura 26: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “De pie” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$)	43
Figura 27: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Descanso” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$)	44
Figura 28: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Estereotipias” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$)j	45

Figura 29: Frecuencia de “Interacciones negativas” (%) para cada densidad.
Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) **46**

Figura 30: Frecuencia de “Interacciones positivas” (%) para cada densidad.
Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) **47**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición del concentrado.....	21
Tabla 2: Efecto del tiempo y la densidad sobre las distancias.	30
Tabla 3: Efecto del tiempo, la densidad sobre los comportamientos alimenticios.....	39
Tabla 4: Efecto de la semana y densidad sobre distintas actividades	42

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.1. Introducción

Hoy en día, el bienestar animal además de suponer una preocupación para la sociedad en general (Horgan y Gavinelli, 2006), es percibido por el consumidor como un factor primordial de calidad de los productos de origen animal (Wandel y Bugge, 1996) y de sostenibilidad del sistema productivo (Estévez 2002). Este cambio en la percepción del consumidor además ha obligado a la industria agroalimentaria a cambiar sus objetivos (Prieto et al., 2008). Así pues, cada vez son más los esfuerzos dedicados a aumentar el conocimiento sobre el impacto que las distintas opciones de manejo tienen sobre el bienestar animal y de establecer las regulaciones pertinentes para asegurarlo en las explotaciones Europeas.

Dentro de la producción animal, la normativa generada en torno al bienestar afecta a distintos sectores de la sociedad además de a los propios animales. Por un lado, la calidad y el precio del producto pueden repercutir sobre la industria transformadora y el consumidor. Otro sector afectado es el de los mataderos y transportista, donde los profesionales deben tomar las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de la normativa hasta el sacrificio del animal. Además, tanto los veterinarios como el personal de investigación que utiliza animales, se ven afectados por cualquier modificación, pero sin duda, el sector al que más incumbe es al de la ganadería. Esto se ve reflejado en el apoyo económico que la Unión Europea destina al bienestar animal. De los 70 millones de euros anuales invertidos en bienestar animal, el 71% se dirige a través del FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural) a los ganaderos. En efecto, dichos pagos son necesarios ya que los reglamentos dirigidos a mejorar el bienestar en algunas ocasiones implican grandes inversiones por parte de los ganaderos. Especialmente aquellos puntos que hacen referencia a las dimensiones de los alojamientos o los que implican cambios en las instalaciones. Como ejemplo se puede citar el caso de la directiva 2007/43/CE relativa a gallinas de puesta debido a la cual los avicultores deben cambiar las jaulas de sus explotaciones. En otros casos, los ganaderos tienen dificultades en mejorar el bienestar de los animales por falta de orientaciones claras o porque la normativa no es suficientemente precisa.

Se ha avanzado mucho en el conocimiento existente en torno a la definición de parámetros indicadores de bienestar animal, tanto fisiológicos como de comportamiento (Sejian et al., 2011). No obstante, no se han investigados todas las especies por igual, y por ejemplo se sabe poco acerca de los parámetros que definen el bienestar en la oveja Latxa, con gran peso específico en la producción ovina del País Vasco y Navarra. En este sentido, los actuales conocimientos fisiológicos y de comportamiento no permiten determinar todavía el grado óptimo de confort para esta especie y por tanto es difícil prever las consecuencias que cualquier modificación de las condiciones de cría pueden tener sobre los animales y sobre su eficiencia productiva.

El sistema de explotación de la raza Latxa es generalmente semi-extensivo. Durante los meses cálidos del año suelen pastar en zonas de montaña, pero durante la última fase de la gestación, paridera y lactación, que suele coincidir con los meses más fríos, las ovejas permanecen en la nave de la explotación o en las praderas cercanas. Así como durante los meses en los que la oveja permanece en el exterior, la densidad de pastoreo es de vital importancia (Cottle 2010), los meses en los que está a cubierto, el aspecto más importante del diseño del alojamiento es el dar a la oveja el espacio que necesita para facilitar la ingesta de alimento, acicalamiento, manejo, ventilación y drenaje (Sevi, 2009). El hecho de facilitar estas actividades, además de mejorar la productividad, ayudará a mejorar el bienestar de las ovejas.

Por todo ello, un mayor conocimiento del comportamiento del ganado ovino durante la fase en la que permanece en el interior de la nave, contribuirá a entender mejor las necesidades espaciales de la oveja y aportará información útil para todo aquel que esté de alguna manera implicado o interesado en la producción ovina.

1.2. El ganado ovino

1.2.1. El sector ovino

La distribución geográfica del ganado ovino abarca todo el planeta ya que por las características propias de la especie se adapta fácilmente a diferentes condiciones ambientales. Sin embargo, el volumen productivo es menor que el de otras especies animales. Esto también se ve reflejado a nivel Europeo donde el número total de cabezas de ovino en 2010 ascendía a 130 millones, mientras que en porcino era de 189 millones (FAOSTAT 2010). La distribución por países, es muy heterogénea. De hecho, casi la mitad de las cabezas de ganado ovino Europeo pertenecen a España y Reino Unido. Otros países con un volumen importante de producción son Rumania, Grecia, Italia y Francia. Se trata en la mayoría de los casos de países mediterráneos, ya que el ovino se adapta mejor que otras especies a estas condiciones ambientales. Además, realiza una importante función de mantenimiento de pastos, suelos y fijación de la población rural.

En lo que al mercado de carne de ovino se refiere, en España tanto la producción como el consumo se han visto reducido en los últimos años (comenzó a disminuir en el año 2000). Por lo tanto, al igual que en años anteriores sigue siendo un país exportador. La Unión Europea sin embargo, tal y como se observa en la figura 1 (a y b) es importadora (FAOSTAT 2010). Con estos datos se entienden los esfuerzos que está llevando a cabo Europa para regular y homogeneizar el bienestar animal a nivel internacional.

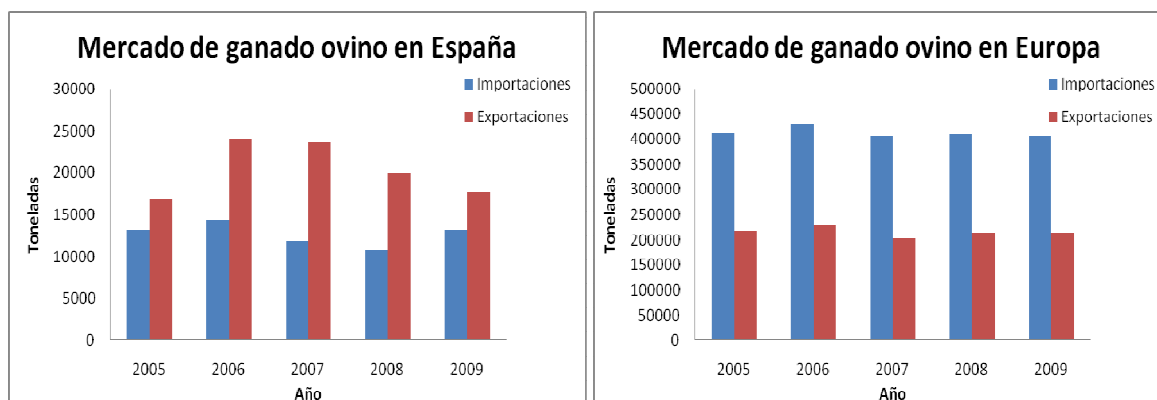


Figura 1 a y 1b: Evolución en el tiempo del mercado de ganado ovino en España y en Europa.

1.2.2. Ganado ovino de raza Latxa

EL ganado ovino de raza Latxa se encuentra principalmente en la zona noroeste de Navarra, País Vasco y en el departamento de los Pirineos Atlánticos de Francia, donde se le denomina Manech. Es una raza orientada hacia la producción lechera. Dentro de esta raza existen dos variedades; la Latxa Cara Negra y la Latxa Cara Rubia. La primera tiene las extremidades de color oscuro y predomina en Guipúzcoa y Navarra, mientras que la segunda tiene las extremidades claras y predomina en Alava y algunas zonas de Vizcaya. En cuanto a su morfología, se caracteriza por tener una lana clara y larga que cae hacia los costados a lo largo de la columna vertebral. Tanto las orejas como la cabeza son de tamaño medio. La frente es amplia y plana a veces cubierta de lana. Los cuernos pueden encontrarse tanto en machos como en hembras. Las patas son de talla, media, finas y poco musculadas. En las hembras las ubres están desprovistas de lana y bien desarrolladas. El peso medio de la hembra adulta ronda los 60 kg mientras que el macho es algo mayor. El periodo de gestación que en otras razas ronda los 5 meses, en esta raza tiende a alargarse un par de semanas.

Respecto a las características de la raza que pueden resultar de mayor interés para este trabajo, es decir, comportamiento social, carácter maternal, o comportamiento gregario, se sabe relativamente poco. No obstante, es posible establecer inferencias del conocimiento adquirido en otras razas de las que se dispone más información, teniendo en cuenta la existencia de diferencias de comportamiento entre ellas; por ejemplo, las diferencias en el carácter gregario (Keeling y Gonyou, 2001). Ciertas razas como la Scottish Blackface ó la Merino han sido más estudiadas en este sentido. De la Latxa se dice que es resistente y muy adaptada a las condiciones ambientales de la región.

En cuanto al manejo, es una raza que generalmente se cría en sistemas de explotaciones semiextensivas. Durante la última fase de la gestación, paridera y lactación, que suele coincidir con los meses más fríos, las ovejas permanecen en la nave de la explotación o en las praderas cercanas. El resto del año suelen pastar en zonas de montaña. La dieta se basa principalmente en el pastoreo, sin embargo en

épocas de necesidades especiales o cuando la hierba escasea se les complementa con piensos, forrajes o ensilados. El tamaño medio del rebaño ronda las 200 cabezas.

1.3. Bienestar animal

1.3.1. Evolución y conceptos generales

Aunque probablemente ya en los tiempos en los que comenzó la domesticación de los animales el hombre se preocupaba por el cuidado y el estado de sus animales no fue hasta 1824 que se institucionalizó el bienestar animal. Ese año se fundó en el Reino Unido la RSPCA (Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals). Más tarde en 1965, se creó el comité Brambell, que a su vez fue el precursor del Comité del Bienestar de los Animales de Granja (FAWC). Ambos organismos tenían por objetivo el prestar asesoramiento en temas de bienestar animal al Gobierno Británico.

El comité Brambell fue el primero en mencionar una lista de cinco requisitos que deberían cumplir los animales de granjas para alcanzar el bienestar. Esta lista se conoció como “las Cinco Libertades de Brambell” e incluía la libertad para ponerse en pie, tumbarse, girar, autoacicalarse y estirarse (FAW12). Más adelante el FAWC fue modificando la lista hasta llegar a la actual lista de “las Cinco Libertades” (FAWC s.f.). Aunque se suele hablar de libertades como consecuencia de la traducción literal de “Five Freedoms” en algunos casos en castellano es más adecuado hablar de ausencias.

1. Ausencia de hambre y sed.
2. Ausencia de incomodidad o molestias.
3. Ausencia de dolor, lesiones o enfermedad.
4. Libertad para expresar el comportamiento normal de la especie
5. Ausencia de miedo, ansiedad o angustia.

En cuanto al concepto de bienestar animal en sí mismo, resulta bastante complejo y existen múltiples definiciones. No obstante, una de las más conocidas es la de Broom (1988). Él definió el bienestar animal como, *“el estado de un animal en relación a sus intentos por enfrentarse al ambiente que lo rodea”*.

La mayoría de las definiciones se fundamentan en las cinco libertades del FAWC. Esta lista es ampliamente aceptada por la comunidad científica para asentar las bases del bienestar animal y también como principio para generar políticas y normativas en la Unión Europea.

La opinión social, que hasta ahora ha sido fundamental en el desarrollo del bienestar animal, hoy en día también ejerce muchísima influencia. Por eso la Unión Europea realiza y publica cada cierto tiempo el Eurobarómetro de la “Actitud de los consumidores hacia el bienestar animal de los animales de granja”, que sirven para conocer la opinión de la sociedad actual en lo que a este tema se refiere. Esta opinión es útil para orientar las políticas en un sentido ó en otro. No obstante, se entiende que el bienestar animal hay que evaluarlo desde un punto de vista imparcial y científico. El Eurobarómetro de 2007 reflejó que la sociedad Europea está muy interesada en el tema del bienestar animal (8 en una escala de 10). Además el 63% de la población mostró cierta disposición a cambiar de lugar de compras para abastecerse de productos que garantizaran un mayor bienestar animal. Por otra parte, cuando se les preguntó cómo había que recompensar a aquellos ganaderos que aplicasen estándares de bienestar más elevados, el 72% respondió que mediante compensaciones financieras. Además una gran mayoría opina que, en los productos importados de terceros países, hay que exigir los mismos valores de bienestar que se exigen en la Unión Europea.

1.3.2. Normativa

Desde que a principios del siglo XIX comenzara a desarrollarse el bienestar animal se ha generado una gran cantidad de normativa con el fin de proteger, regular y mejorar la sanidad y el bienestar animal. En Europa a la preocupación social por la forma de cría de los animales, desde un punto de vista ético, se le añadió la preocupación por la salud animal y seguridad alimentaria tras las crisis del siglo XX (peste bovina, crisis de las vacas locas, gripe aviar, etcétera). El vínculo entre bienestar animal, salud animal y seguridad alimentaria dio el impulso definitivo a las políticas de bienestar animal.

La Unión Europea, que es pionera en lo relativo a normativa, basándose en los conocimientos científicos existentes y teniendo en cuenta las demandas de los diferentes sectores sociales (consumidores, productores, asociaciones, etcétera) y las implicaciones socioeconómicas genera directrices con el fin de unificar la normativa de los estados miembros. Ya en 1968 firma el primer Convenio Europeo sobre “Protección de los Animales durante el transporte” concerniente únicamente a la especie bovina y porcina. Más tarde, en 1974, establece la primera directiva relacionada con el bienestar animal (Directiva 74/577/CEE del Consejo, de 18 de noviembre de 1974, relativa al aturdimiento de los animales antes de su sacrificio). Con la ratificación del Convenio Europeo de la protección de los animales en explotaciones ganaderas en 1978, se confirmó el compromiso adquirido por los estados miembros en materia de bienestar animal. Además en el nuevo tratado de Ámsterdam de 1997 la Unión Europea dio un gran paso al reconocer los sentimientos de los animales. También la PAC (política agraria común) cada vez da una mayor importancia al bienestar animal. En la actualidad el cumplimiento de las normativas de bienestar animal está incluido en la condicionalidad de las ayudas y de hecho el bienestar animal se incluye en uno de los tres objetivos de la futura PAC 2013.

Hoy en día la normativa Europea trata diferentes aspectos; el bienestar animal en las explotaciones, durante el transporte y sacrificio, en animales utilizados con fines experimentales y el bienestar en los parques zoológicos. Centrándonos en las explotaciones ganaderas la directiva 98/58/CE pone en práctica los principios del

“Convenio Europeo de la protección de los animales” estableciendo normas mínimas para la protección de los animales destinados a producción. Estas normas son de aplicación obligada en todos los Estados miembro desde el 31 de diciembre de 1999. Siempre que se respeten las normas generales mínimas del Tratado de la Unión Europea, los Estados miembros podrán mantener o aplicar en su territorio disposiciones más estrictas que las establecidas en la directiva 98/58/CE, cuyo texto en lo relativo al espacio dice lo siguiente:

Libertad de movimientos

No se limitará la libertad de movimientos propia de los animales, habida cuenta de su especie y de conformidad con la experiencia adquirida y con los conocimientos científicos, de manera que se les cause sufrimiento o daños innecesarios.

Cuando los animales se encuentren atados, encadenados o retenidos continua o regularmente, se les proporcionará un espacio adecuado a sus necesidades fisiológicas y etológicas, de conformidad con la experiencia adquirida y con los conocimientos científicos.

En general, se puede decir que la normativa que existe a día de hoy no es demasiado precisa. En lo que al ganado ovino se refiere no existe ninguna especificación para explotaciones aunque sí para otras especies con mayor importancia productiva. Es el caso de los terneros, cerdos, gallinas ponedoras y pollos destinados a la producción de carne. Además de esto, las normas de la UE sobre agricultura ecológica son más restrictivas y específicas que las de agricultura convencional (Reglamento (CE) nº 834/2007 del consejo); especialmente en ganado vacuno, cerdos y aves de corral. En el reglamento (CE) nº 889/2008 de la Comisión se establecen disposiciones de aplicación del reglamento (CE) nº 834/2007 en el que se especifica lo siguiente:

-La densidad de animales en los edificios deberá ser compatible con la comodidad y el bienestar de los animales, así como con las necesidades específicas de la especie, factores que dependerán, concretamente, de la especie, raza y edad de los animales. Se deberán tener en cuenta asimismo las

necesidades inherentes al comportamiento de los animales, que dependen principalmente del tamaño del grupo y del sexo de dichos animales. La densidad ha de garantizar el bienestar de los animales, dándoles espacio suficiente para mantenerse erguidos de forma natural, tumbarse fácilmente, girar, asearse, estar en cualquier posición normal y hacer todos los movimientos naturales como estirarse y agitar las alas.

A continuación el reglamento remite al anexo III donde se establecen las superficies mínimas interiores y exteriores correspondientes a las distintas especies y categorías de animales. En concreto para ovinos y caprinos, alojados en zonas cubiertas, se establece una superficie neta disponible de 1,5 m² por animal. A diferencia de España, cuya normativa en ganadería convencional consiste en una transposición de la directiva 98/58/CE, algunos países Europeos cuentan con una normativa propia que va más allá de la de la UE tanto en la normativa general como en la específica de cada especie. Es el caso de Suecia o Alemania y en menor medida Holanda y Reino Unido.

En la actualidad se ha lanzado el plan estratégico de la Unión Europea para la protección y el bienestar de los animales 2012-2015. Esta estrategia se basa en el plan de acción llevado a cabo entre los años 2006-2010 y tiene por objetivo proponer nuevas líneas de acción aplicando los nuevos recursos (conocimientos científicos y tecnológicos). Para esto cuenta con la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) que presta asesoramiento independiente basándose en la información científica existente. Además de esto, está llevando a cabo iniciativas para crear convenios internacionales relativos al bienestar animal que eviten las desigualdades en el comercio internacional y el debilitamiento de la legislación impuesta en el seno de la EU que es mucho más exigente que en algunos países terceros.

En efecto, a nivel mundial la situación en lo que a bienestar animal se refiere es muy heterogénea pero a grandes rasgos se pueden dividir en países occidentales desarrollados y por otro el resto de países. Los del primer grupo, aunque tengan puntos de vista distintos a la Unión Europea, conocen el bienestar animal y cuentan con una normativa más o menos estricta o programas de calidad para la mejora del bienestar animal. El segundo grupo es más heterogéneo y como mucho cuentan con

códigos de buenas prácticas que no son de obligado cumplimiento. La evolución de la legislación de estos países dependerá en gran medida de las presiones comerciales que ejerzan los países del primer grupo. En este sentido la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) (OIE s.f.) es una referencia mundial. Cada cierto tiempo reedita el “Código Sanitario para los Animales Terrestres” en el que se incluyen varios capítulos relativos al bienestar animal. Su misión se dirige principalmente a regular los intercambios comerciales de animales a nivel mundial. Los 178 países miembros de la OIE deben cumplir como mínimo las recomendaciones de dicho “Código”, aunque esto no implica que no puedan ser más restrictivos. Es el caso de Europa.

No obstante, aunque Europa cuenta con más normativa, algunos de los sectores interesados no la aplican o tienen dificultades en aplicarla, ya sea por falta de orientaciones claras, desconocimiento o porque supone un coste adicional en la producción (nuevas instalaciones, inspectores...) y en algunas ocasiones ven poco recompensado el esfuerzo. Aun así, la tendencia a nivel europeo es seguir regulando para la protección y el bienestar de los animales y al igual que existe ya una normativa para terneros, aves y porcino crear otras para las explotaciones de ovino y bovino de leche.

1.4. Relación entre bienestar animal, estrés, disponibilidad de espacio y gestación.

La evaluación de bienestar animal puede ser compleja debido a que abarca aspectos tanto fisiológicos y de comportamiento, que son relativamente directos de evaluar, así como aspectos relacionados con el estado mental del animal y su relación con el entorno físico y social, que pueden ser más complejos de medir. Los indicadores normalmente utilizados para evaluar el bienestar animal se pueden clasificar en cuatro grandes grupos (Gonyou, 1986; Sevi et al., 2009; Detrain, 2011):

a) *Indicadores fisiológicos*: son aquellos relacionados con el funcionamiento del sistema nervioso e inmunológico. La concentración de algunas hormonas o sustancias como por ejemplo el cortisol o los leucocitos pueden indicar situaciones de estrés en el animal. Estas medidas son muy útiles, pero se debe tener en cuenta y evitar el estrés puntual causado durante el muestreo por el manejo de los animales para que no interfiera con las medidas de los indicadores de estrés crónico.

b) *Indicadores de comportamiento*: La modificación del comportamiento es la primera respuesta que se da a situaciones estresantes ya que en general implica poco coste metabólico, por eso se utilizan como indicadores de bienestar animal.

c) *Indicadores sanitarios*: enfermedades y/o heridas que supongan malestar o dolor.

d) *Indicadores zootécnicos*: parámetros productivos (ganancia de peso, producción de leche, huevos, etcétera) que pueden disminuir debido a un estrés crónico.

En función de la aproximación etológica existen diferentes métodos de estudio del comportamiento animal. Uno de ellos es el test de preferencia. En él, al animal se le ofrece la posibilidad de escoger entre dos o más situaciones. Otro sería el test de preferencia o aversión donde se registra el tiempo que un animal se ha tomado para aproximarse a una situación desagradable. Finalmente tendríamos la comparación entre el comportamiento animal en condiciones más o menos naturales, condiciones experimentales específicas o en explotaciones comerciales.

La dificultad de utilizar estos indicadores radica en determinar en qué medida una respuesta u otra indica mayor o menor bienestar.

Por otro lado, muchos de los indicadores empleados hasta ahora solo son medibles bajo condiciones experimentales o su evaluación puede requerir demasiado tiempo para poder utilizarse desde un punto de vista práctico en granjas comerciales. En este sentido los indicadores de comportamiento pueden jugar un papel importante (Sevi, 2009) ya que son relativamente sencillos de evaluar, no obstante se necesita cierto entrenamiento y pueden requerir demasiado tiempo si el tamaño de la población a evaluar es grande, tal y como ocurre por ejemplo en avicultura.

Tal y como se ha visto, la mayoría de indicadores están relacionados de una u otra manera con el estrés. Se puede considerar que el estrés es una consecuencia de los cambios en el entorno de los animales que además, se puede manifestar a través de los indicadores de bienestar animal. Selye (1936) lo definía como una respuesta inespecífica del organismo ante una diversidad de exigencias. Mediante el estrés el animal enfrenta los cambios internos o externos con mayor o menor éxito. Cuando el organismo del animal es capaz de responder al cambio de forma eficaz, vuelve a encontrar el equilibrio y entonces el estrés (la respuesta), desaparece. El estrés en este caso ayudaría a hacer frente a la situación amenazante y al final se llegaría a una situación de bienestar. Mientras que si el factor estresante resulta excesivo (en intensidad y duración) y el organismo no es capaz de responder de forma eficaz al cambio, pueden darse situaciones de alteración de las funciones biológicas (Manteca 2009). Así pues, la modificación de las condiciones ambientales de cría de los animales permitirá detectar factores estresantes y estudiar su influencia sobre el bienestar animal.

Son muchos los aspectos que pueden ser modificados en el ambiente de los animales en las explotaciones: el trato del ganadero hacia los animales, aspectos sanitarios, manejo alimenticio, manejo reproductivo, rutina de ordeño, esquila y también todas las características de los alojamientos e instalaciones.

En relación a los alojamientos, el espacio disponible para los animales es de gran importancia, ya que además de depender de ello en gran parte el coste de las instalaciones ganaderas, puede dificultar en mayor o menor medida la realización de

las actividades de los animales y por consiguiente repercutir sobre el bienestar. En este punto la dificultad se encuentra en precisar cuál es el nivel aceptable de bienestar que queremos alcanzar en los animales de la explotación sin comprometer la viabilidad económica de la misma (Keeling, 1995).

Así pues, a la hora de diseñar alojamientos se podrían considerar únicamente la superficie ocupada por el animal estando de pie o tumbado. No obstante, en un espacio tan reducido al animal le sería imposible llevar a cabo la mayor parte de sus comportamientos. En principio la expresión de algunos patrones de conducta, como los asociados con la alimentación, la bebida, las excreciones y el descanso que son críticos para la supervivencia inmediata (Petherick y Phillips, 2009), no requerirían de mucho espacio. No obstante los animales permanecen en las instalaciones durante meses o años por lo que necesitan expresar otros patrones de conducta como los desplazamientos, comportamiento social o autoacicalamiento, que son esenciales para la salud y el bienestar a largo plazo (Petherick, 2007). Determinar las necesidades espaciales para llevar a cabo esos comportamientos es mucho más complejo. En esta tarea los indicadores de bienestar animal son muy útiles.

En general, para todas las especies se considera que a mayor disponibilidad de espacio mayor es el bienestar animal. En bovino, por ejemplo, al incrementar el espacio disponible de 2 a 4.8 m² se observó que se reducían las agresiones y las lesiones (Weng et al., 1998). Así mismo, se realizó un estudio en el que se observó que al aumentar la disponibilidad de espacio aumentaba la ganancia media diaria, el tiempo de tumbado y su sincronía y disminuían las interacciones agresivas (Zeeb y Bock, 1988; Fisher et al., 1997; Mogensen et al., 1997; Nielsen et al., 1997). Teniendo en cuenta que el tiempo que los animales permanecen tumbados es un signo de bienestar animal en la ganadería en general (Fraser y Broom, 1990), se puede concluir que la reducción de espacio en novillas reducía el bienestar.

En ovino los estudios realizados hasta ahora no dejan lo suficientemente claro el efecto de la disponibilidad de espacio. Sin embargo, sí que se ha demostrado que una reducción del espacio disponible implica unas relaciones interpersonales más rígidas (Dove et al., 1974). Además, al igual que en bovino, se demostró que al reducir la

disponibilidad del espacio disminuía el tiempo de reposo y la sincronización de actividades (Boe et al., 2006).

Por otro lado, en lo que a factores productivos se refiere, los estudios realizados indican que la disponibilidad de espacio influye bastante sobre parámetros productivos. Sevi et al., (1999) encontraron que cuando la disponibilidad de espacio era de 2 m²/oveja, las ovejas producían más leche, con mayor concentración proteica y grasa y mejor calidad bacteriana que cuando las ovejas disponían de 1,5 y 1 m²/oveja. Además, se dieron menos casos de mamitis en las ovejas que disponían de más espacio (Sevi et al., 1999). Otros estudios en ganado bovino y porcino también concluyeron que existe un efecto de la disponibilidad de espacio en los distintos parámetros productivos (Kornegay et al., 1984; Arave et al., 1974).

Por otra parte, pocos estudios han analizado la relación entre espacio y bienestar en ovejas gestantes. Roussel et al., (2004) encontraron que el peso al nacimiento de los corderos de madres estresadas eran mayores que los de aquellas que no habían sufrido estrés.

1.5. Objetivos

La finalidad del presente Trabajo Fin de Carrera es estudiar de qué manera la densidad de alojamiento afecta a parámetros productivos y de comportamiento en la oveja Latxa gestante. Mediante este trabajo de investigación se pretende llegar a conclusiones de aplicación práctica referentes a las recomendaciones de densidad de alojamiento, intentando aunar una mejora en el bienestar de los animales y su rendimiento productivo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se ha llevado a cabo en las instalaciones que el Instituto de Investigación NEIKER-TECNALIA tiene en Arkaute (Alava).

2.1. Instalaciones y animales

Los animales experimentales se alojaron en una nave de experimentación con estructura y paredes de madera, e iluminación natural. La nave también disponía de iluminación artificial, así como de distintos puntos de acceso a la red eléctrica. El suelo de la nave era de cemento en su totalidad, aunque los corrales se recubrían con cama de paja. La nave disponía de cuatro puertas de acceso situadas en los extremos este y oeste. El tejado de la nave contaba con dos vertientes, una hacia el norte y la otra hacia el sur. Una cinta transportadora automática de alimentación que dividía la nave longitudinalmente en dos, dejaba cuatro corrales a un lado y cinco al otro (ver anexo A).

Las ovejas experimentales se alojaron en recintos de 6.075m² (2.25 x 2.7 m, Pequeño-P), 12.5m² (4.5 x 2.7 m, Mediano,-M) y 17.7m² (5.9 x 3 m, Grande-G) (ver anexo A). Cada tamaño experimental se replicó tres veces. Los corrales se separaron mediante paneles de plástico rígido (o PVC) que impedían el contacto visual entre los individuos de los distintos tratamientos (Figura 2).

En cuanto al sistema de alimentación, una cinta transportadora suministraba la comida a cada uno de los corrales, en ellos las 6 ovejas de cada grupo disponían de 8 comederos individuales. De esta forma no se interfería con aspectos de competencia alimenticia entre las ovejas.

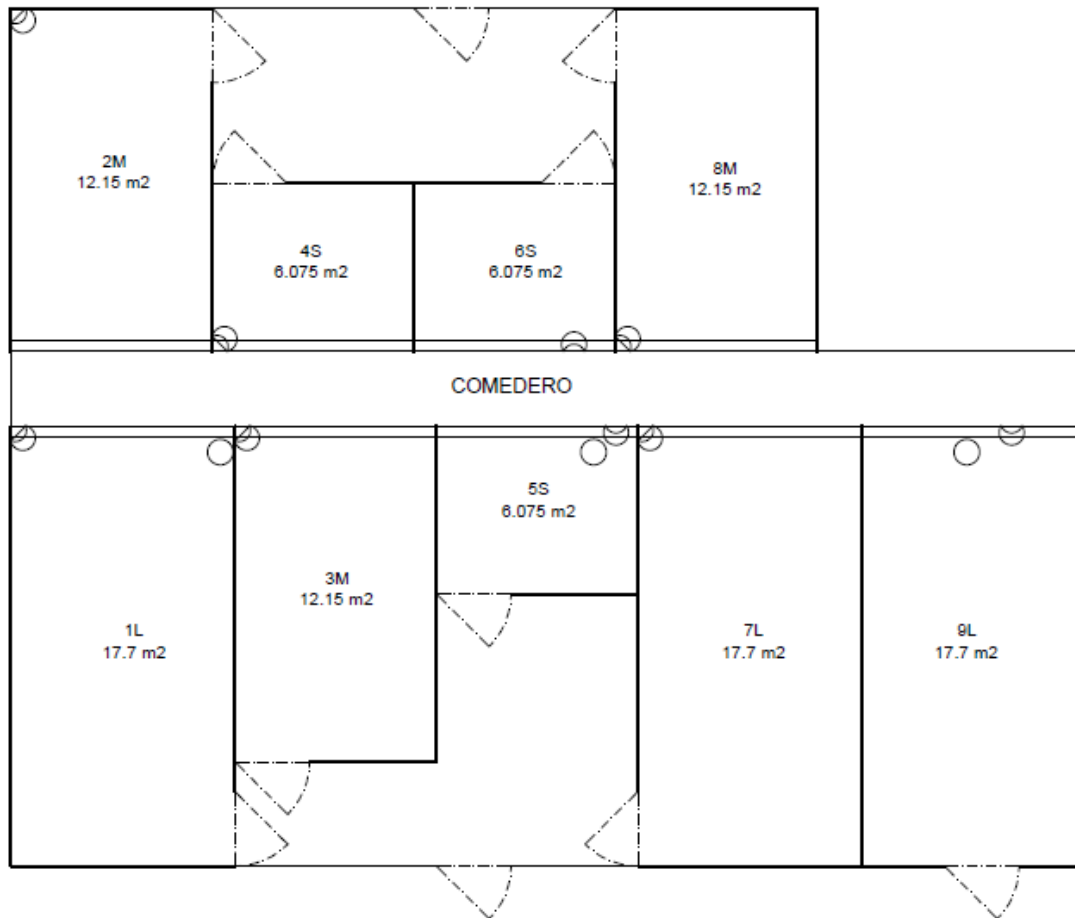


Figura 2: Plano de los 9 corrales

Para este trabajo se utilizaron 54 ovejas primíparas y multíparas de raza Latxa, variedad cara negra, del rebaño experimental de NEIKER-TECNALIA. El experimento se realizó de acuerdo con la Directiva 2003/65/CE relativa a la protección de los animales utilizados para fines experimentales y otros fines científicos. Las ovejas fueron inseminadas artificialmente el 25 de agosto de 2011. Nueve semanas más tarde, se confirmó la gestación y el número de fetos viables mediante ecografías realizadas en el centro a cada una de las hembras con potencial de gestación. Antes de comenzar con los experimentos se evaluó la condición corporal de cada oveja, se pesaron y se esquilieron.

Como el objetivo del trabajo no era estudiar el efecto del tamaño de grupo se fijó el mismo número de individuos para cada corral. Es decir, 6. A la hora de elegir el tamaño de grupo se tuvo en cuenta que para que un grupo de ovejas sea estable debe estar constituido al menos por 4 ó 5 individuos. En grupos de menor tamaño la ingesta

de alimento se ve reducida y no se expresan los comportamientos normales de la especie (keeling y Gonyou, 2001).

Se asignaron 6 ovejas a cada corral equilibrando al máximo los 9 corrales en función de la edad, la condición corporal y el número de fetos viables. Cada oveja permaneció en el mismo corral durante todo el periodo de estudio y se identificaron por un número de crotal y un número del 1 al 6 pintado en su lomo, a efectos de su identificación durante la toma de datos (ver anexo A).

Las ovejas dispusieron de agua *ad libitum* suministrada en bebederos automáticos. Se colocó un bebedero por corral. Así mismo, también tuvieron acceso libre a heno de festuca cortado a una longitud aproximada de 10 cm (90.0% MS, 15.5% PB, 2.0% grasa, 48,6 FND and 27.6% FAD) y a partir del 23-11-2011 a bloques de sales (17% Ca, 11% Na, 6% P, 2.2% Mg, 3150 ppm Zn, 2625 ppm Mn, 259 ppm Cu, 100 ppm I, 40 ppm Co y 10 ppm Se; TIMAC SAS, St Malto, France). Más tarde, cuando las ovejas terminaron con los bloques, el 21 de diciembre se colocaron cubos de minerales en el suelo. La dieta inicial, sometida más tarde a algunos cambios en función de las necesidades nutricionales de las ovejas, consistía en silo (1.5 kg aprox.) y cereal (400gr) por la mañana y únicamente silo por la tarde. En noviembre se cambió la dieta y se les suministró durante un mes silo de maíz y cereal por la mañana y silo de hierba por la tarde. En diciembre se cambió el maíz y la hierba por festuca y en el mes de enero se sustituyó el cereal por concentrado (500g; Tabla 1).

Tabla 1: Composición del concentrado

Ingrediente	g/kg de MS
Grano de trigo	252
Grano de maíz	200
Harina de soja 44%	244
Cascarilla de soja	100
Harina de maíz	94
Destilado de trigo	50
Melaza de remolacha	30
CO ₃ Ca	16
Corrector vitamínico-mineral	14
Composición química	
MS (g/kg)	90,1%
MO	91,81%
PB	16,56%
FAD	10,84%
FND	26,82%

2.2. Toma de datos

La toma de datos comenzó en la décima semana de gestación, concretamente el 2 de noviembre de 2011 y terminó en la última semana de gestación, el 20 de enero de 2012, cinco días antes de que naciera el primer cordero. Se realizaron dos muestreos por semana y corral experimental. Los muestreos comenzaban a las 9:30, al término de la ingesta de la mañana, finalizando a las 14:30, de manera que hubiese la menor interferencia posible entre el comportamiento alimenticio y las interacciones entre individuos.

Cada corral se observó durante 15 minutos, realizando cada minuto un *scan sampling* con la localización espacial (en coordenadas X,Y) y el comportamiento de cada uno de los individuos del grupo. Para la toma de datos se utilizó el programa informático Chikitizer (Sanchez y Estévez, 1998). Este programa tiene la ventaja de que se puede configurar para adaptarlo a las necesidades de cada experimento. En este caso se modificó para la toma de datos de las ovejas (ver Figura 4).

En 15 minutos se tomaban unos 90 datos de posición y comportamiento. El orden de corral que se seguía para tomar los datos era aleatorio. La posición espacial de cada

oveja se realizó mediante un sistema de coordenadas que dividía cada corral en un número concreto de celdas según el tamaño de cada corral (Figura 2). La situación de cada oveja se fijaba por la posición de su cruz anatómica.

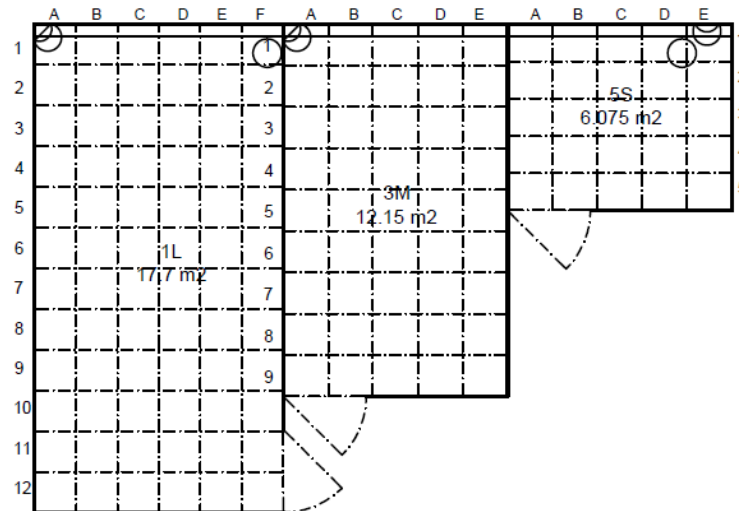


Figura 3: Plano de los tres tamaños de corrales experimentales en los que se representa el sistema de coordenadas de letras y números empleado.

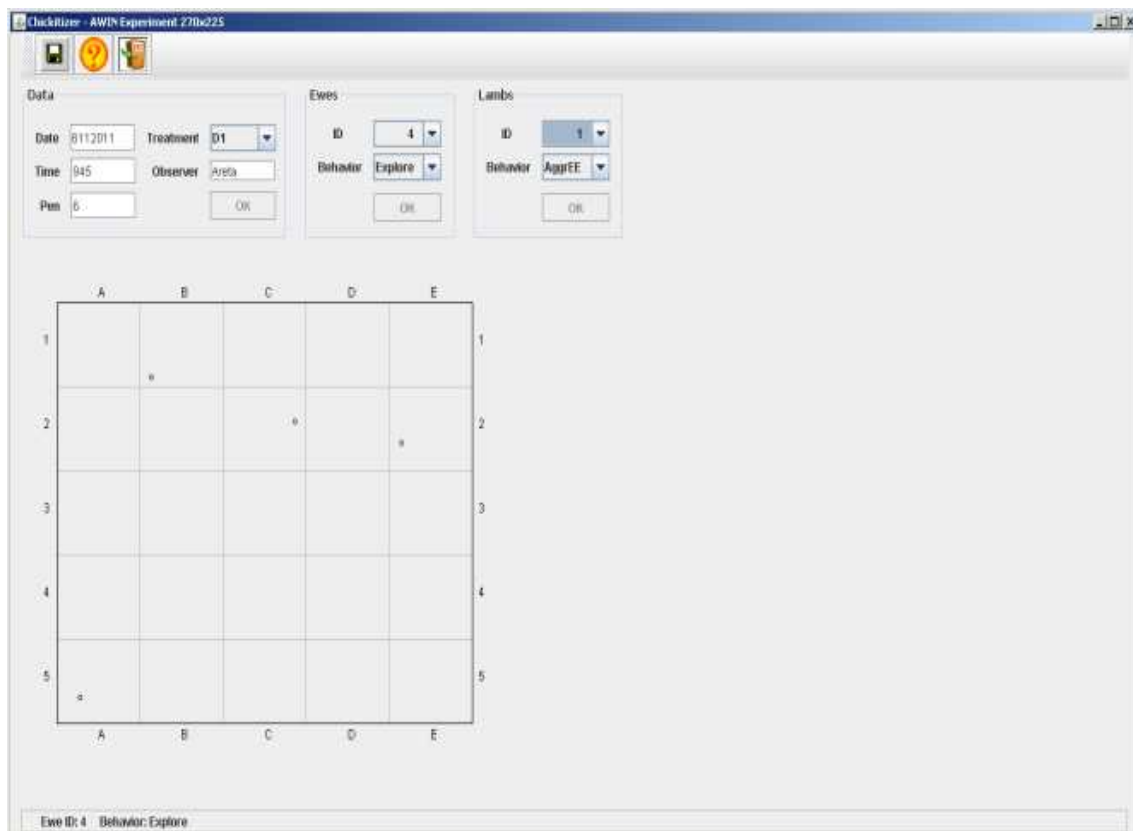


Figura 4: Imagen de captura de datos mediante Chickitizer (Sanchez y Estévez, 1998)

El programa Chickitizer permite recoger las variables independientes del experimento “Date”, “Time”, “Pen”, “Treatment” y “Observer”. Una vez rellenados estos datos (Figura 4) se debe determinar en el recuadro “ewes” la identidad o número “ID” de la oveja que se va a observar. A continuación, se establecerá su posición en el corral (en el interior del recuadro referenciado con letras y números), se elegirá su comportamiento “behaviour” dentro de las diferentes opciones introducidas (ver etograma) y se pulsará el botón “ok” del interior del recuadro “Ewes” para proceder con la toma de datos de la siguiente oveja. Para guardar los datos se deberá pulsar el botón “save file”. Los datos se almacenan en forma de fichero “txt” por columnas de fecha de la toma, hora, corral, densidad, observador, coordenadas “x” e “y”, número de oveja, comportamiento de oveja, número de cordero y comportamiento de cordero.

11112011	940	2	D2	Arreta	255,00	72,69	1	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	260,77	257,31	2	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	73,85	210,00	3	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	11,54	253,85	4	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	258,46	435,00	5	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	16,15	24,23	6	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	255,00	71,54	1	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	259,62	259,62	2	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	72,69	211,31	3	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	11,54	253,85	4	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	258,46	435,00	5	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	16,15	23,08	6	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	253,85	71,54	1	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	259,62	257,31	2	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	72,69	211,15	3	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	11,54	253,85	4	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	259,62	435,00	5	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	16,15	25,38	6	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	255,00	71,54	1	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	260,77	258,46	2	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	71,54	211,31	3	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	9,23	255,00	4	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	257,31	385,38	5	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	15,00	24,23	6	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	252,69	72,69	1	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	259,62	258,46	2	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	73,85	211,15	3	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	11,54	253,85	4	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	253,85	327,69	5	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	15,00	25,38	6	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	253,85	73,85	1	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	258,46	259,62	2	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	72,69	211,31	3	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	10,38	255,00	4	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	253,85	327,69	5	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	189,23	23,08	6	Move	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	166,15	70,38	1	Explore	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	257,31	258,46	2	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	71,54	211,15	3	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	10,38	256,15	4	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	109,62	433,85	5	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	261,92	181,54	6	Sgroom	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	166,15	70,38	1	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	258,46	260,77	2	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	71,54	214,62	3	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	10,38	256,15	4	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	20,77	379,62	5	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	17,31	79,62	6	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	222,69	261,92	1	NaggrEE	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	259,62	259,62	2	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	72,69	208,85	3	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	10,38	256,15	4	Rest	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	162,69	433,85	5	Pstand	-	-----
11112011	940	2	D2	Arreta	17,31	80,77	6	Rest	-	-----

Figura 5: Imagen de fichero "txt" con los datos almacenados

2.2.a. Parámetros de Uso del Espacio

Las coordenadas de cada una de las localizaciones obtenidas se procesaron para calcular los siguientes parámetros de uso del espacio para cada individuo en los distintos recintos experimentales (Turchin, 1998; Estévez, y Christman, 2006; Leone, y Estévez, 2008; Mallapur et al., 2009):

1- Distancia entre localizaciones sucesivas

Definida como la distancia Euclídea entre la posición $i (x_i, y_i)$ y la siguiente posición $i + 1 (x_{i+1}, y_{i+1})$ para un mismo individuo; Es decir, como:

$$l(i, i+1) = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

En el ejemplo de la figura 4 las distancias entre dos puntos sucesivos corresponderían a D_{12} , E_{12} , F_{12} , D_{23} etcétera.

2- Distancia total

La distancia total se define como suma de las distancias Euclídeas entre dos coordenadas sucesivas registradas para un mismo individuo a lo largo de los 15 minutos de observación:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

En el ejemplo de la figura 4, para la oveja 1 se calcularía así:

$$\text{Distancia total recorrida} = D_{12} + D_{23} + D_{34} + D_{45} + D_{56}$$

3- Distancia neta

Se define como la distancia Euclídea entre la posición inicial y la última posición a los 15 minutos (Leone et al., 2008).

$$l(ini, fin) = \sqrt{(x_{fin} - x_{ini})^2 + (y_{fin} - y_{ini})^2}$$

Donde *ini* es el punto inicial y *fin* el punto final de una trayectoria.

En el ejemplo de la figura 4 la distancia neta para la oveja 1, 2 y 3 correspondería respectivamente a D_{61} , E_{61} , y F_{61} ,

4- Relación entre distancia neta y distancia total

Se define como el ratio entre la distancia neta y la distancia total de una trayectoria (Figura 3). Expresa el grado de sinuosidad de la trayectoria. La relación

entre distancias siempre será un valor adimensional que oscilará entre 0 y 1. Cuanto más próximo a 1 sea el valor del ratio, más recta será la trayectoria.

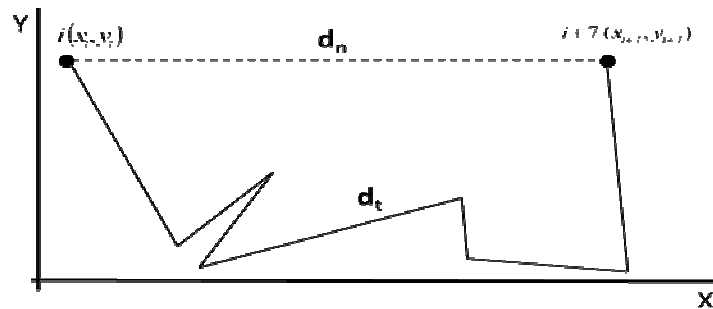


Figura 6: Esquema de una situación imaginaria que representa la posición inicial y final de una trayectoria de ocho puntos, donde d_t es la distancia total y d_n la distancia neta.

Por lo tanto el ratio será; $\frac{d_n}{d_t}$

5- Distancia mínima

La menor distancia recorrida entre puntos sucesivos a lo largo del periodo de observación para cada individuo.

En el ejemplo de la figura 4, la distancia mínima de la oveja 1 correspondería a D_{12} .

6- Distancia máxima

La distancia máxima recorrida entre puntos sucesivos a lo largo del periodo de observación para cada individuo.

En el ejemplo de la figura 4, la distancia mínima de la oveja 1 correspondería a D_{23} .

7- Distancia al vecino más próximo y al más lejano

Se define como la distancia entre cada animal y su vecino más próximo y más lejano dentro de cada corral y para cada una de las observaciones (Clark y Evans, 1954).

En la figura 4, las distancias al vecino más próximo y más lejano de la oveja 1 en la posición 2, vienen señaladas como DVP2 Y DVL2.

Excepto para la relación entre distancia neta y distancia total las unidades de medida de las variables se darán siempre en centímetros.

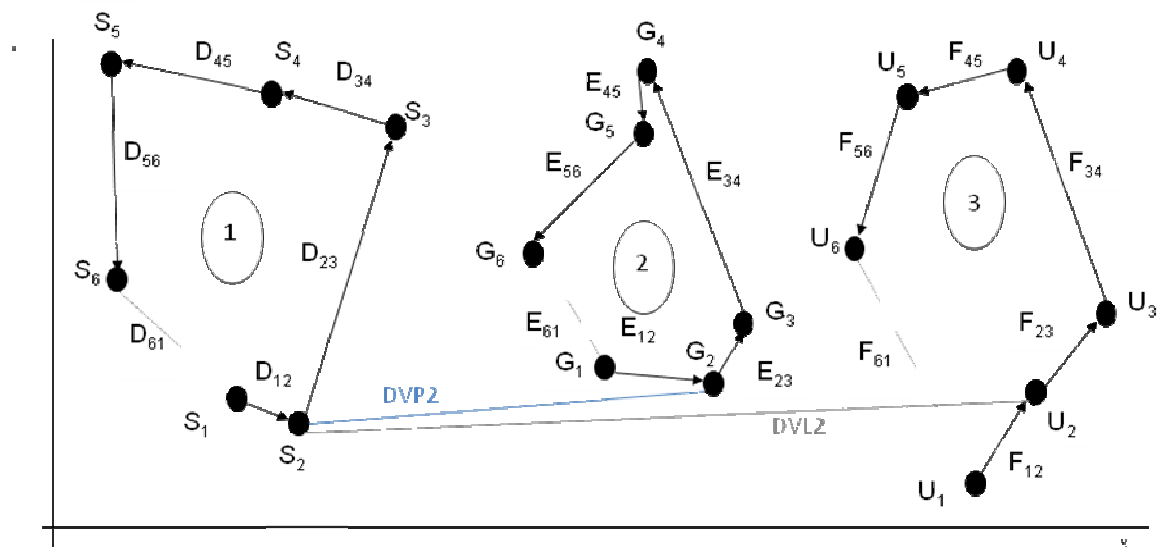


Figura 7: Esquema de una situación imaginaria que representa la trayectoria de tres ovejas durante un intervalo de tiempo. Donde los números 1, 2 y 3, indican la oveja que realiza la trayectoria.

2.2. b. Parámetros de Comportamiento

Simultáneamente a la introducción de la localización de cada individuo experimental, se introdujeron los comportamientos que cada oveja realizaba en ese preciso instante. Empleando como base otros estudios de comportamiento (Echeverri et al., 1992; Romeyer y Boissou, 1992; Corke y Broom, 1999; Crosby, et al., 2004; Jorgensen et al., 2009; Benevides et al., 2011; Averós et al. 2012), el etograma utilizado para la definición de los comportamientos fue el siguiente:

- 1- Comer: Se considera comer a permanecer con la cabeza dentro de los comederos y a tomar alimento de la cama del corral. No se considera “comer” a la rumia.
- 2- Beber: actividad de acceder a los bebederos e ingerir agua.

- 3- Ingestión de minerales: se considera que las ovejas ingieren minerales cuando lamen los minerales.
- 4- Explorar: se considera “explorar” a cualquier actividad que implique oler u observar de cerca y con atención objetos inanimados del corral como por ejemplo husmear la cama de paja o los paneles del corral. También se considera explorar a oler u observar de cerca y con atención objetos animados o inanimados de fuera del corral.
- 5- De pie: el animal se encuentra erguido sobre las cuatro patas y está inmóvil.
- 6- Descansar: la oveja está tumbada y no realiza ningún otro comportamiento.
- 7- Andar: acción en la que la oveja se desplaza dentro del corral.
- 8- Interacciones sociales negativas: implica la interacción entre al menos dos individuos. Además de los cabezazos agresivos que una oveja da otra, también se incluyen comportamientos como empujar o molestar a otras ovejas aunque no sea de forma claramente agresiva. En este comportamiento no se tendrá en cuenta la respuesta del animal agredido.
- 9- Interacciones positivas: Implica la interacción entre al menos dos individuos. Una interacción se considera positiva cuando una oveja olisquea o lame a otra oveja. También cuando una oveja apoya la cabeza sobre otra oveja. Tiene que haber contacto físico entre ellas.
- 10- Autoacicalarse: la oveja se limpia mediante lamidos o se rasca con las patas o cuando utiliza los objetos del corral para limpiarse y rascarse.
- 11- Estereotipias: se consideran estereotipias a los comportamientos repetitivos realizados siempre de manera idéntica. En el caso de la oveja se han considerado estereotipias el hecho de jugar con la lengua, morder o lamer objetos inanimados del corral y el chirrido de los dientes.

Todos los comportamientos definidos son mutuamente excluyentes.

2.2.c. Parámetros productivos

En cuanto a los parámetros productivos, conforme nacían los corderos se tomaron datos de sexo, número de corderos por madre y peso. Estos datos se emplearon para calcular:

- 1- Prolificidad: Calculado como número de corderos nacidos (vivos o muertos) por madre.
- 2- Peso de los corderos al nacimiento: Peso de los corderos medido nada más nacer. Tanto de los nacidos vivos como de los nacidos muertos.

2.3. Análisis estadístico

Los ficheros de toma de datos generados mediante el programa Chickitizer se compilaron en un único fichero mediante el programa libre “Simple File Joiner”, a partir del cual se creó una base de datos Excel. Tanto para los cálculos previos como el análisis estadístico se utilizó el programa SAS 9.1.

Con la distancias total, neta, mínima y máxima de cada oveja en cada corral durante los 15 minutos de observaciones se obtuvo la media por corral y semana para cada uno de los parámetros. Para la distancia al vecino más próximo, y también para el más lejano, se calculó la media por cada observación de 15 minutos y por oveja. A continuación se calculó la media por corral y por día. Se comprobó la normalidad de la distribución de todas las variables y en los casos necesarios se realizaron transformaciones logarítmicas para normalizar las variables.

Se estudió el efecto de la disponibilidad de espacio, el tiempo (en semanas) y la interacción entre ambos sobre las distancias medias mediante un modelo mixto de análisis de la varianza (ANOVA) de medidas repetidas, considerando las semanas como la medida repetida. En todos los modelos estadísticos, el corral fue introducido como factor aleatorio. Así mismo se calculó el error estándar de todos los efectos estudiados. En caso de efecto significativo ($P < 0,05$), la separación de medias se realizó con los P-valores ajustados para comparaciones múltiples mediante el test de Tukey.

Para los comportamientos registrados se calculó la frecuencia media (% durante los 15 minutos de observaciones) de cada comportamiento en cada corral y cada día.

Al igual que con las variables de distancias, se comprobó la normalidad de la distribución de todas las variables y se realizaron transformaciones logarítmicas. Se estudió el efecto de la disponibilidad de espacio, el tiempo (en semanas) y la interacción entre ambos sobre la frecuencia de los comportamientos mediante un ANOVA de medidas repetidas, considerando las semanas como la medida repetida.. En todos los modelos estadísticos el corral fue introducido como factor aleatorio. Así mismo se calculó el error estándar de todos los efectos estudiados. En caso de efecto significativo ($P < 0.05$), la separación de medias se realizó con los P-valores ajustados para comparaciones múltiples mediante el test de Tukey.

Respecto al estudio de las variables productivas, se realizó una tabla con una variable respuesta discreta de prolificidad, de tres niveles, asignando a las madres un valor de “1, 2 ó 3” en función del número de corderos que habían parido.

Se estudió el efecto de la densidad sobre la variable de prolificidad mediante un modelo mixto para variables respuesta multinomiales, utilizando el procedimiento Glimmix del SAS, incluyendo el corral como efecto aleatorio dentro del modelo.

Por otra parte también se estudió el efecto de las variables independientes “disponibilidad de espacio”, “sexo de los corderos” e “hijo múltiple” sobre el peso de los corderos al nacimiento mediante un modelo mixto de análisis de la varianza (ANOVA) de medidas repetidas, utilizando el corral como factor aleatorio. A la variable “hijo múltiple” se le asignó el valor “0” o “1” en función de si los corderos pertenecían a un parto múltiple o no. Así mismo, se calculó el error estándar de todos los efectos estudiados, con los P-valores ajustados para comparaciones múltiples mediante el test de Tukey.

3. RESULTADOS

3.1. Distancias

Los resultados de este estudio indican que tanto la semana como la densidad tuvieron un efecto significativo sobre la distancia total recorrida (Tabla 2). Así pues, se observa una disminución de la distancia total recorrida entre la primera y segunda semana de observaciones, para permanecer estable a lo largo del periodo de estudio (Tabla 2; Fig.8).

Tabla 2: Efecto del tiempo y la densidad sobre las distancias.

Distancias	Semana				Densidad			
	F-valor	Num df	Den df	P-valor	F-valor	Num df	Den df	P-valor
Distancia total	6.16	10	60	<.0001	10.22	2	6	0.0117
Distancia neta	2.51	10	60	0.0136	4.56	2	6	0.0625
Ratio neta-total	2.43	10	60	0.0165	0.33	2	6	0.7321
Dist. mínima	11.20	10	60	<.0001	0.32	2	6	0.7340
Dist. máxima	2.99	10	60	0.0020	120.30	2	6	<.0001
Dist. vecino más lejano	1.52	10	60	0.1532	68.50	2	6	<.0001
Dist. vecino más próximo	2.81	10	60	0.0063	42.75	2	6	0.0003

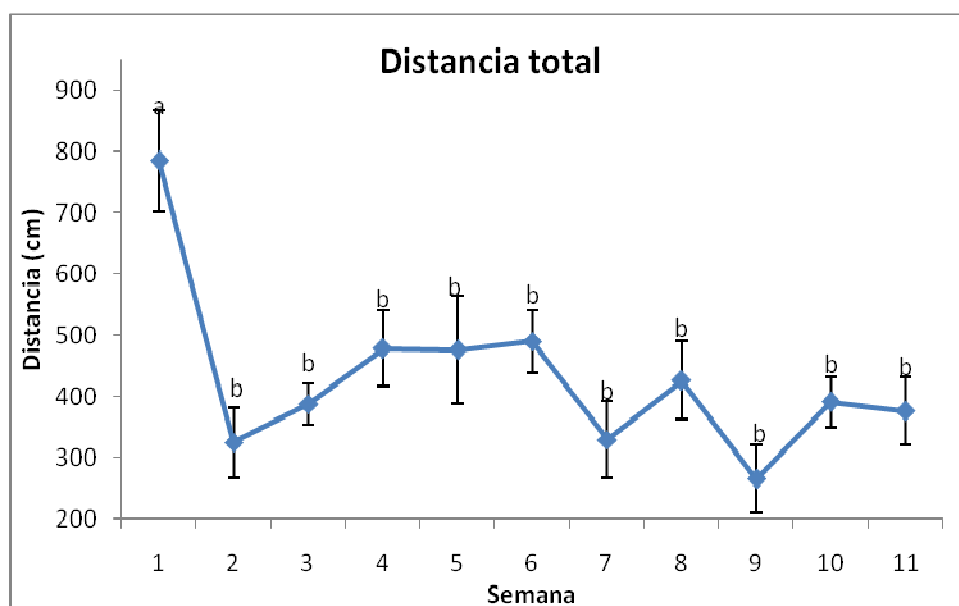


Figura 8: Evolución en el tiempo de la distancia total media recorrida (cm) por las ovejas en cada periodo de observación de 15. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).

En cuanto al efecto de la densidad (Tabla 2; Fig. 9), la distancia total recorrida es significativamente menor en los corrales pequeños respecto a los medianos y grandes.

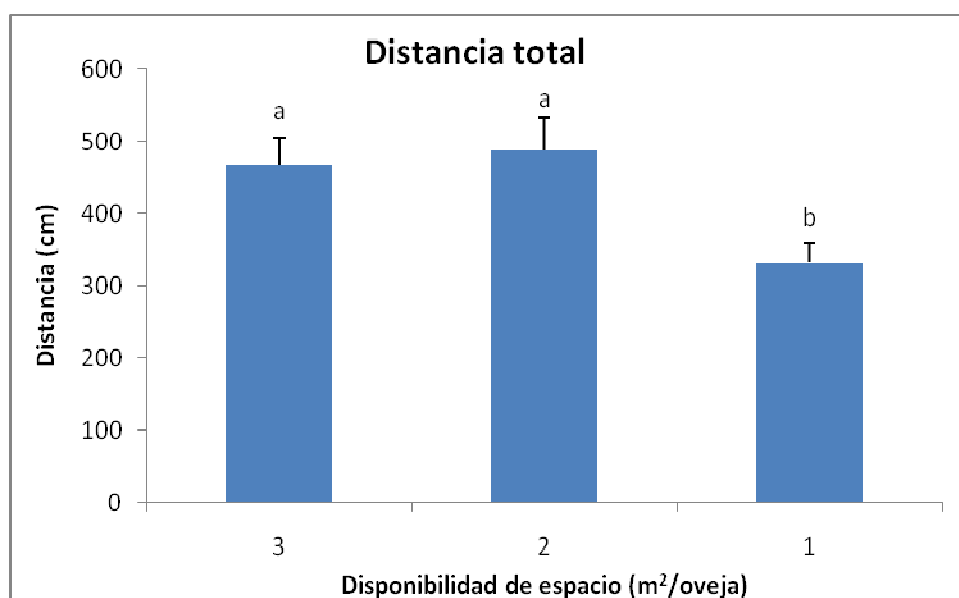


Figura 9: Distancia total recorrida (cm/15 min observación) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).

De manera similar, para la distancia neta se observó un efecto estadísticamente significativo de la semana y una tendencia a la significación de la densidad (Tabla 3). En los corrales de menor tamaño la distancia neta recorrida tiende a ser menor respecto a los medianos y grandes (Tabla 2; Fig. 11).

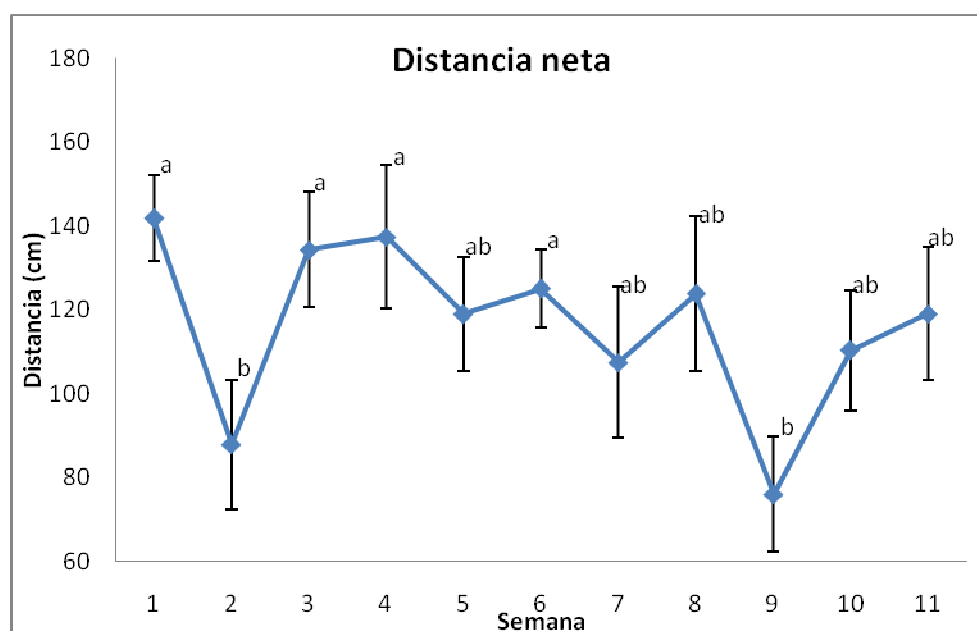


Figura 10: Evolución en a lo largo de las semanas de la distancia neta media (cm) recorrida por las ovejas en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).

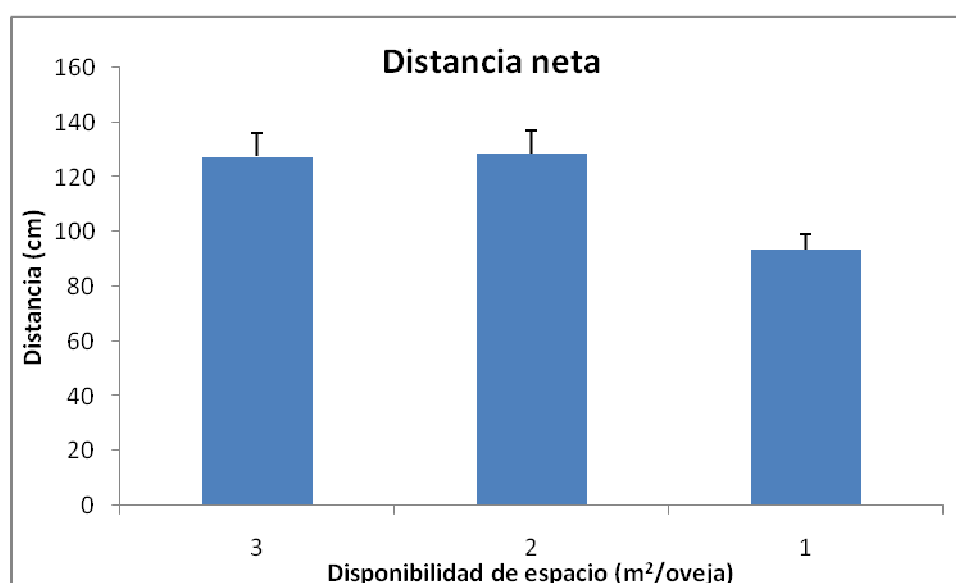


Figura 11: Distancia total recorrida (cm) para cada densidad.

Respecto al ratio entre distancia neta y total, el análisis de la varianza muestra un efecto estadísticamente significativo de la semana (Tabla 2). En el gráfico de la figura 12 se observan diferencias entre la primera y tercera semana de observaciones.

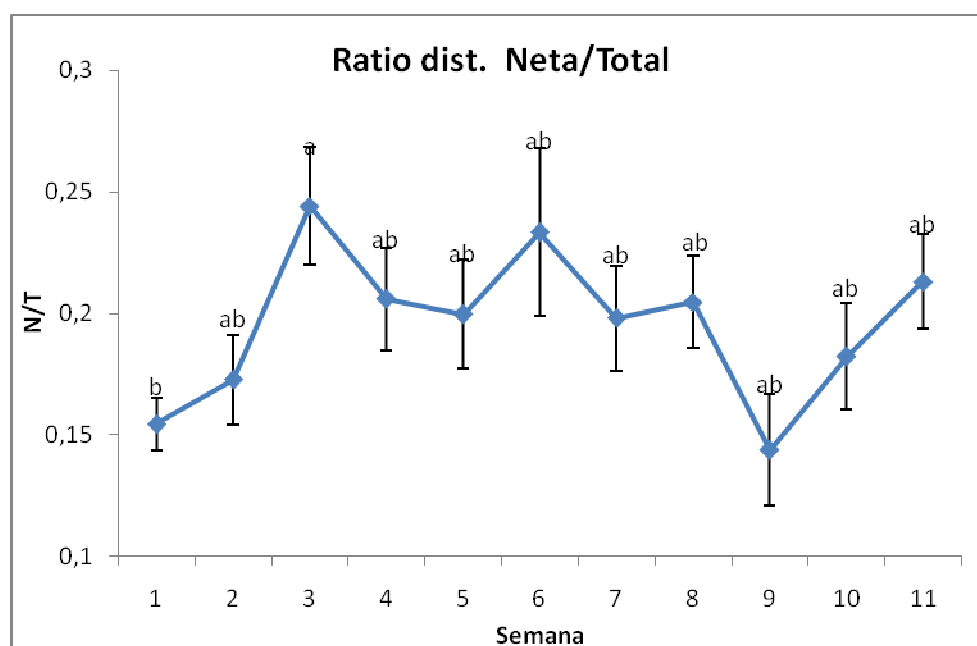


Figura 12: Evolución en el tiempo del ratio entre distancia neta y distancia total recorrida por las ovejas en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

La distancia mínima recorrida fue significativamente mayor en la primera semana de observación en comparación a las posteriores (Tabla 2; Fig. 13).

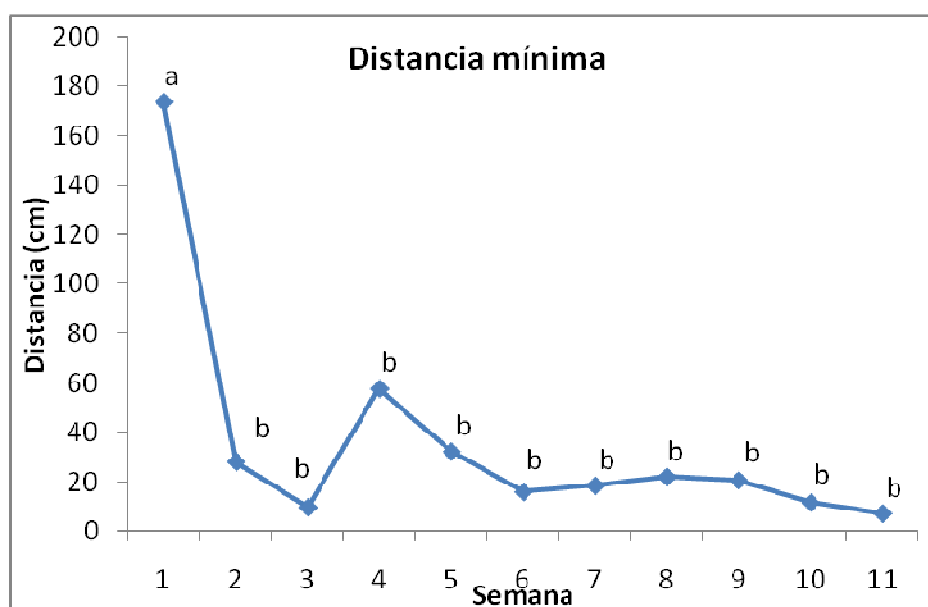


Figura 13: Evolución en el tiempo de la distancia mínima (cm) recorrida por las ovejas en cada observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Respecto a la distancia máxima recorrida, tanto el efecto de la semana como el de la densidad resultaron estadísticamente significativos (Tabla 2). Se encontraron diferencias significativas de la distancia máxima recorrida entre las tres primeras semanas de observaciones (Tabla 2; Fig. 14).

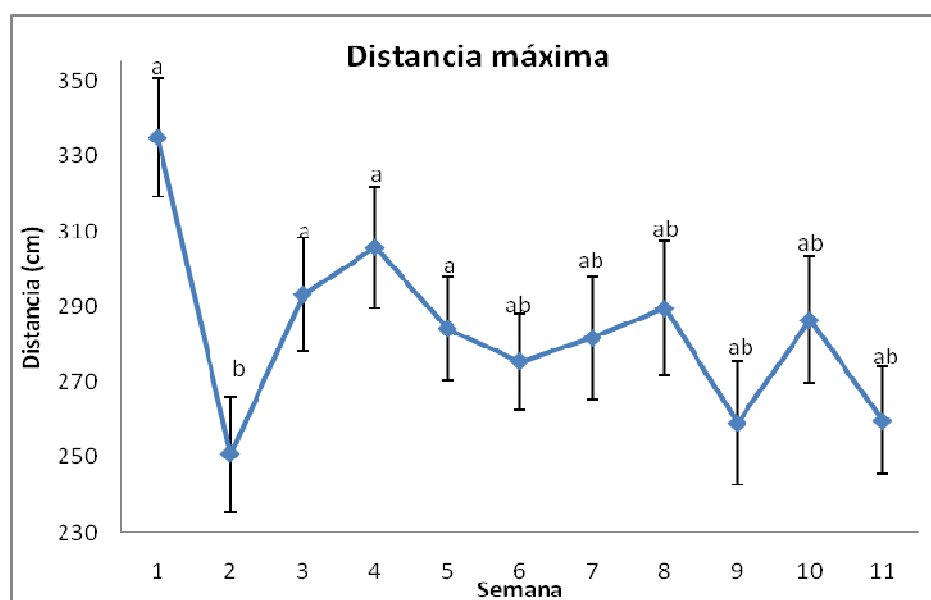


Figura 14: Evolución en el tiempo de la distancia máxima (cm) recorrida por las ovejas en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

En lo que a densidades se refiere (Tabla 2; Fig. 15), el desplazamiento máximo en los corrales pequeños es significativamente menor respecto a los corrales medianos y grandes.

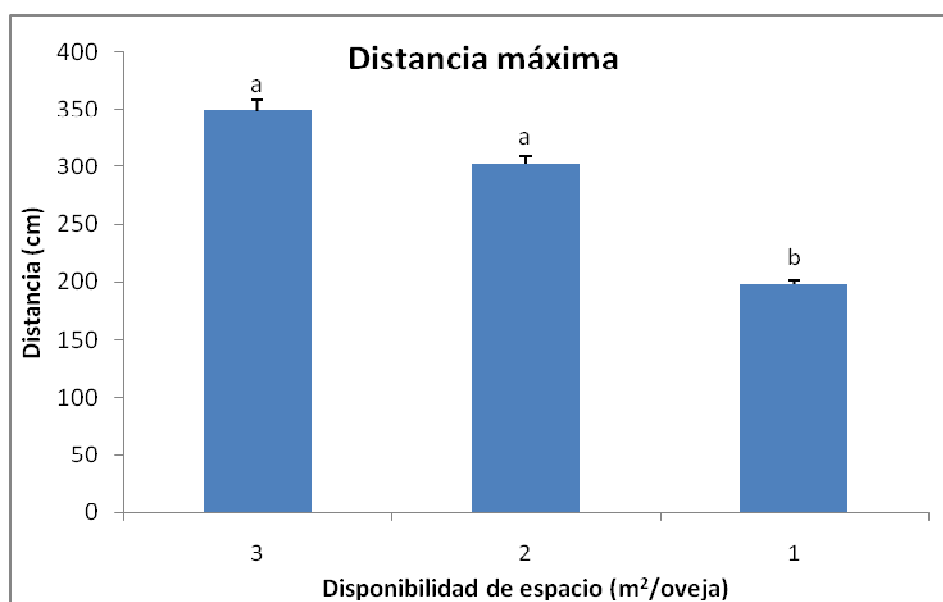


Figura 15: Distancia máxima (cm) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

El análisis de varianza para la distancia al vecino más lejano, muestra que únicamente la densidad es un efecto estadísticamente significativo (Tabla 2). La distancia al vecino más lejano disminuye significativamente a medida que las ovejas disponen de menor espacio para moverse (Tabla 2; Fig. 16). Esta diferencia se aprecia entre los tres tamaños de corral, aunque es especialmente pronunciada en los corrales pequeños ($1\text{m}^2/\text{oveja}$).

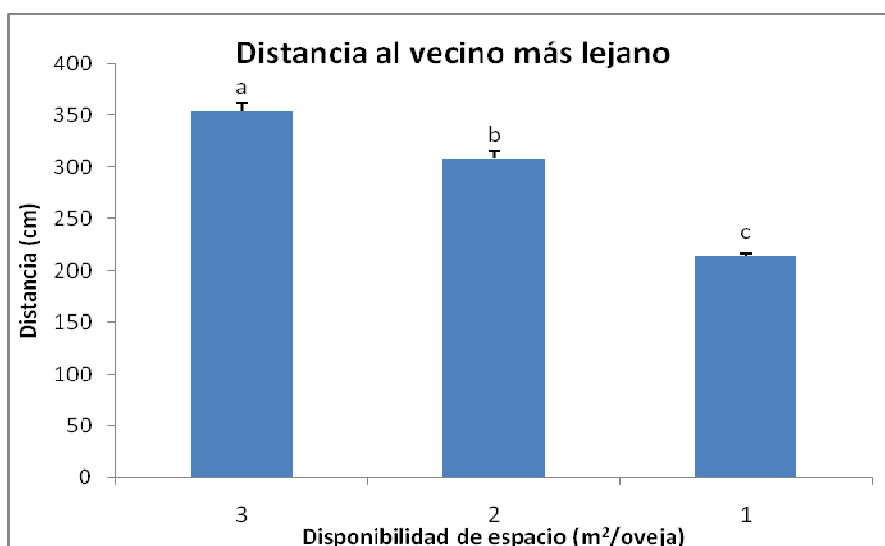


Figura 16: Distancia al vecino más lejano (cm) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

El análisis de la varianza para la distancia al vecino más próximo muestra un efecto estadísticamente significativo de la semana y la densidad (Tabla 2). La distancia al vecino más próximo aumenta a medida que avanza la gestación (Figura 17).

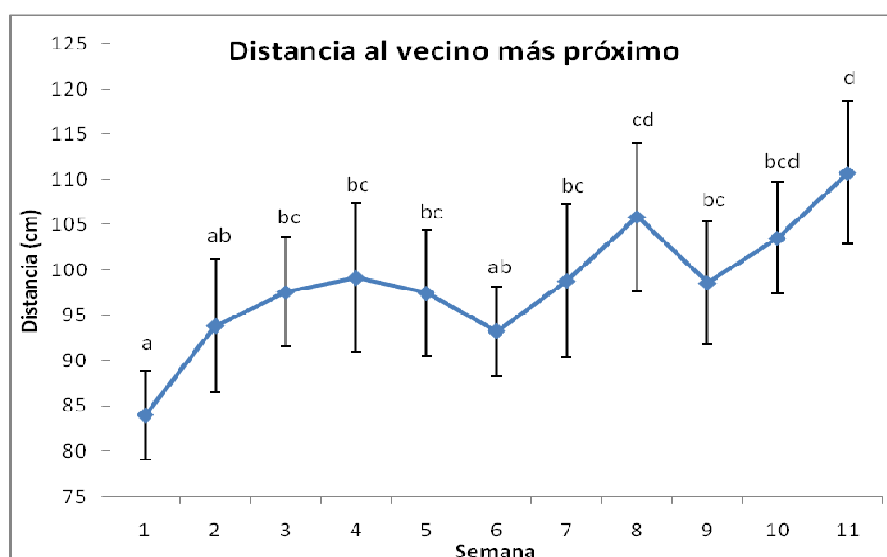


Figura 17: Evolución en el tiempo de la distancia al vecino más próximo (cm). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

En cuanto al efecto de la densidad, se observó que al igual que en la distancia al vecino más lejano, la distancia al vecino más próximo también se reduce cuando las ovejas disponen de menor espacio (Tabla 2; Fig. 18).

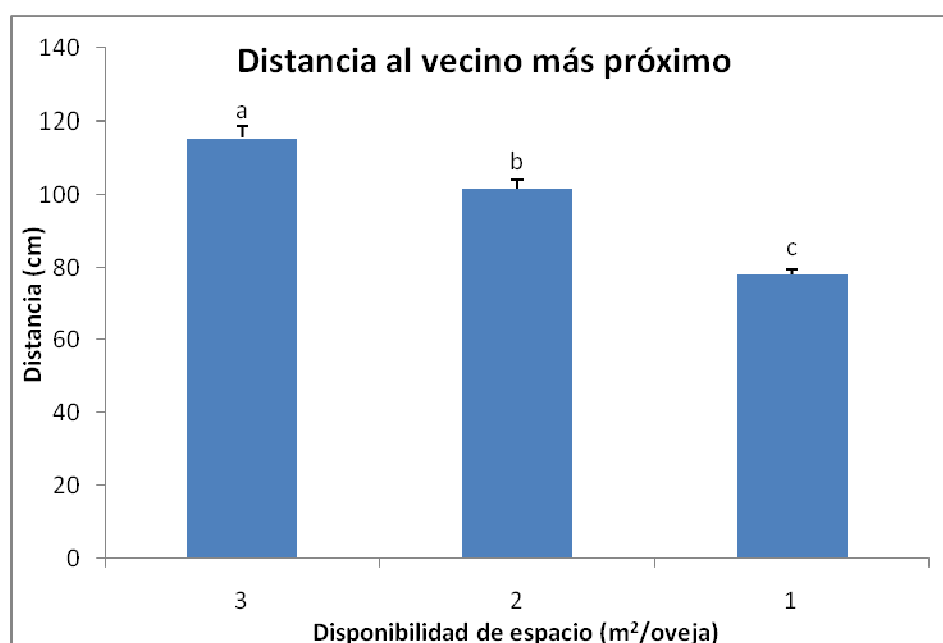


Figura 18: Distancia al vecino más próximo (cm) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

3.2. Comportamiento alimenticio

El análisis de la varianza muestra que existen diferencias significativas en la frecuencia de “comer” en función tanto de la semana como de la densidad (Tabla 4). La frecuencia de “comer” es constante a lo largo de las 11 semanas exceptuando la semana 9 (Figura 19).

Respecto al efecto de la densidad, se observa una menor frecuencia de este comportamiento en los corrales de mayor tamaño (Tabla 3; Fig. 20).

Tabla 3: Efecto del tiempo, la densidad sobre los comportamientos alimenticios.

Comportamiento	Semana				Densidad			
	F-valor	Num df	Den df	P-valor	F-valor	Num df	Den df	P-valor
Comer	3.82	10	60	0.0005	12.07	2	6	0.0079
Beber	1.42	10	60	0.1947	7.70	2	6	0.0220
Ingestión de minerales	6.49	8	48	<.0001	5.02	2	6	0.0524

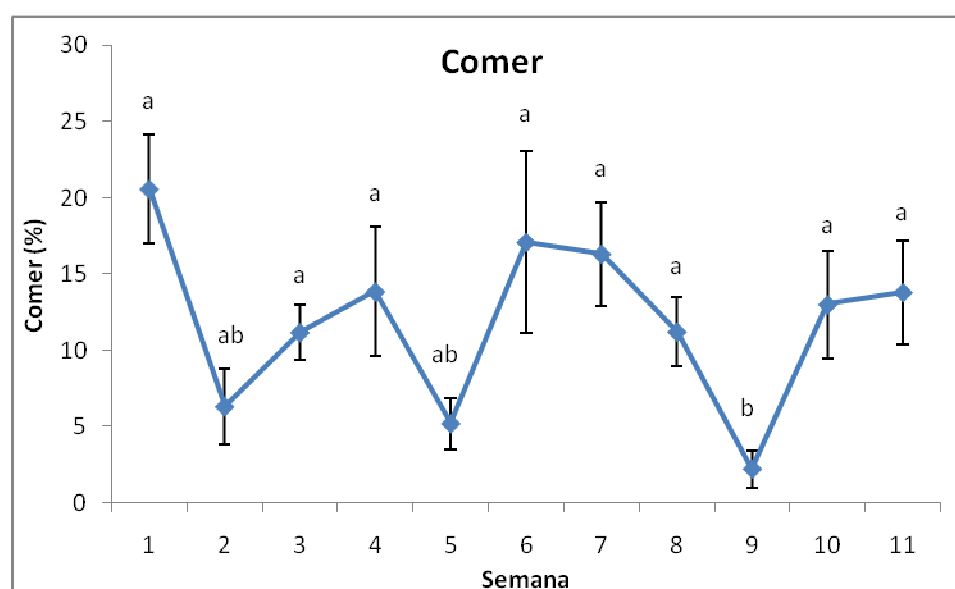


Figura 19: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Comer” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

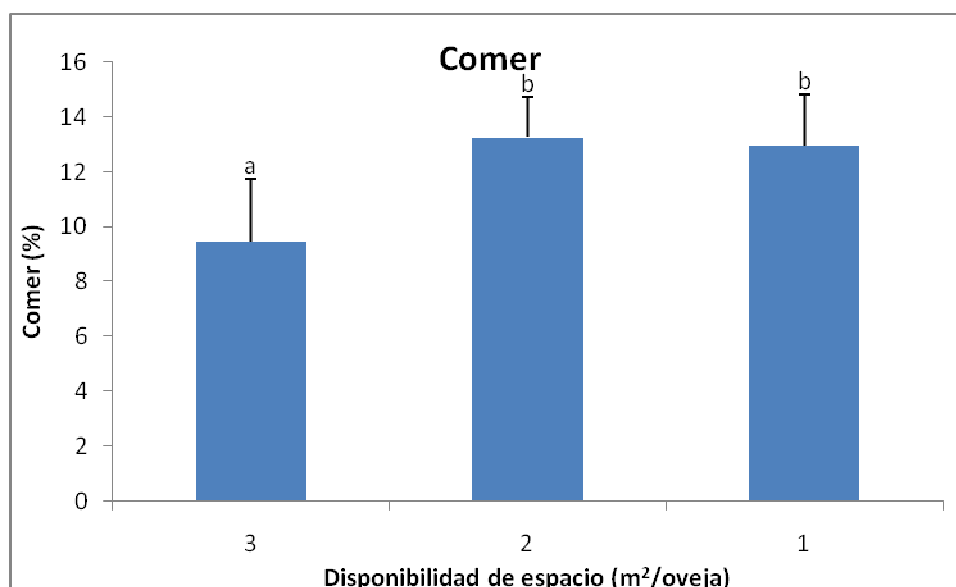


Figura 20: Frecuencia de “Comer” (%) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).

Según el análisis de la varianza, solamente la densidad ejerce un efecto significativo en la frecuencia con la que las ovejas beben agua (Tabla 3; Fig. 21).

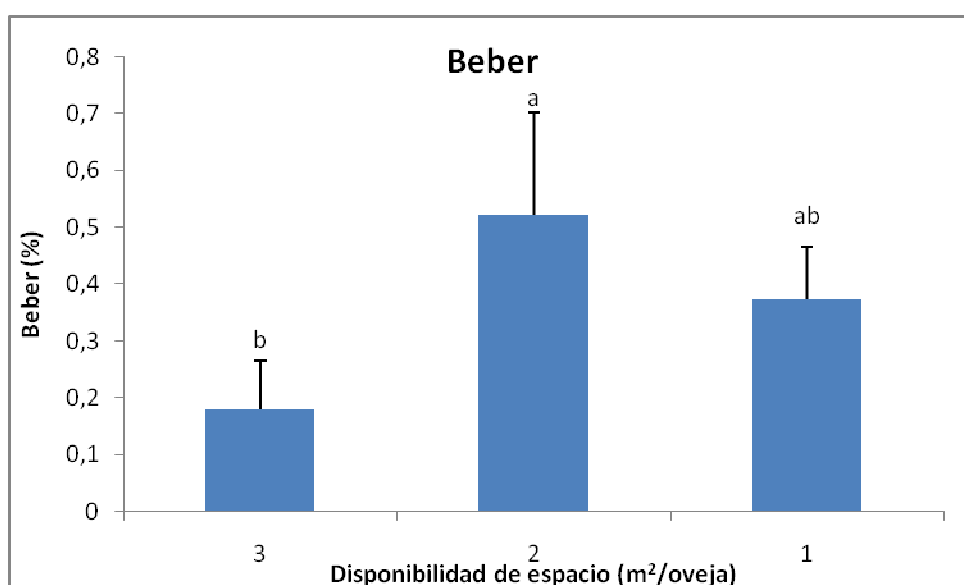


Figura 21: Frecuencia de “Beber” (%) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$).

El análisis de la varianza para “Ingestión de sales” mostró que existen diferencias estadísticamente significativas en función de la semana y que la densidad produce

diferencias que tienden a la significación (Tabla 3). Se observó una reducción en el uso de las sales a lo largo del periodo de estudio exceptuando en la octava semana (Figura 22). Debido a que los minerales se colocaron en la tercera semana, en el gráfico 15 no aparecen la primera y segunda semana de observaciones.

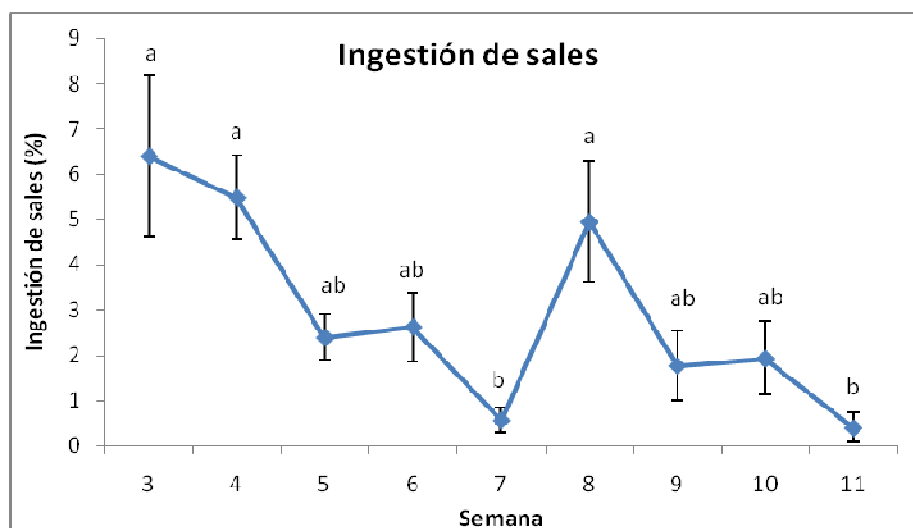


Figura 22: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Ingestión de sales” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

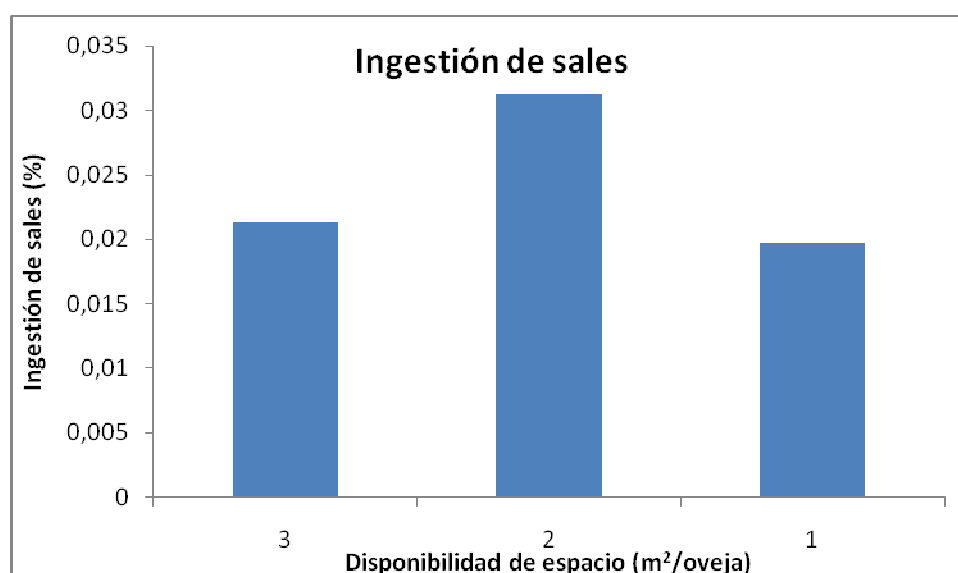


Figura 23: Frecuencia de “Ingestión de sales” (%) para cada densidad.

3.3. Actividad

Tabla 4: Efecto de la semana y densidad sobre distintas actividades

Comportamiento	Semana				Densidad			
	F-valor	Num df	Den df	P-valor	F-valor	Num df	Den df	P-valor
Explorar	14.06	10	60	<.0001	2.07	2	6	0.2070
Andar	1.98	10	60	0.0511	1.92	2	6	0.2269
De pie	4.23	10	60	0.0002	1.73	2	6	0.2556
Descanso	5.65	10	60	<.0001	3.68	2	6	0.0904
Estereotipias	2.02	10	60	0.0470	0.06	2	6	0.9404
Autoacicalamiento	1.40	10	60	0.2042	1.04	2	6	0.4090

Los resultados del estudio indican diferencias significativas de la frecuencia de aparición de comportamientos exploratorios en función de la semana (Tabla 4). Además también se observaron diferencias altamente significativas en función de la interacción entre semana y densidad ($P < 0,0001$). Como se puede ver en la figura 24, hay una tendencia descendente de la frecuencia de “Explorar” conforme se avanza en la estación.

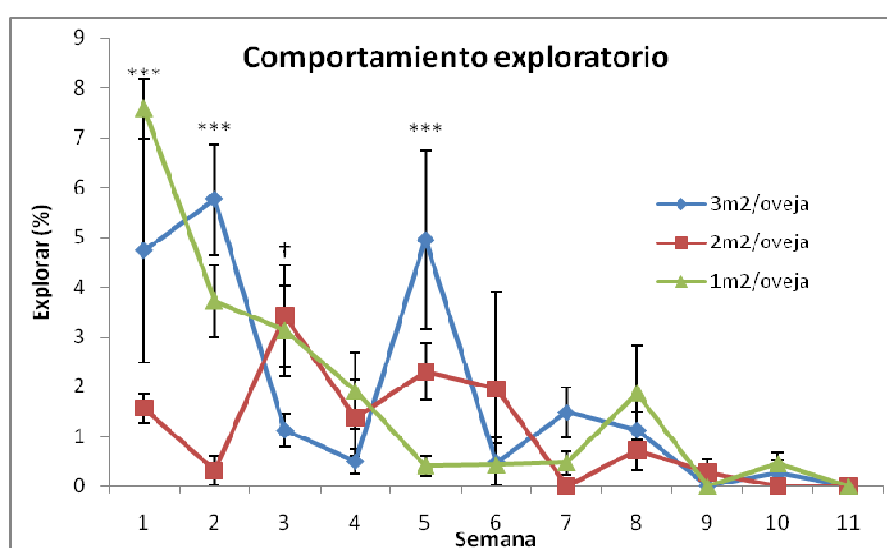


Figura 24: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Explorar” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. *** indican diferencias estadísticamente significativas entre densidades ($P < 0,05$) † indica diferencias que tienden a la significación entre densidades ($P < 0,10$).

El análisis de la varianza muestra que hay diferencias que tienden a la significación en la frecuencia de movimientos en función de la semana (Tabla 4). Por otra parte se observó un efecto de la semana en la frecuencia de aparición del comportamiento de estar de pie (Tabla 4).

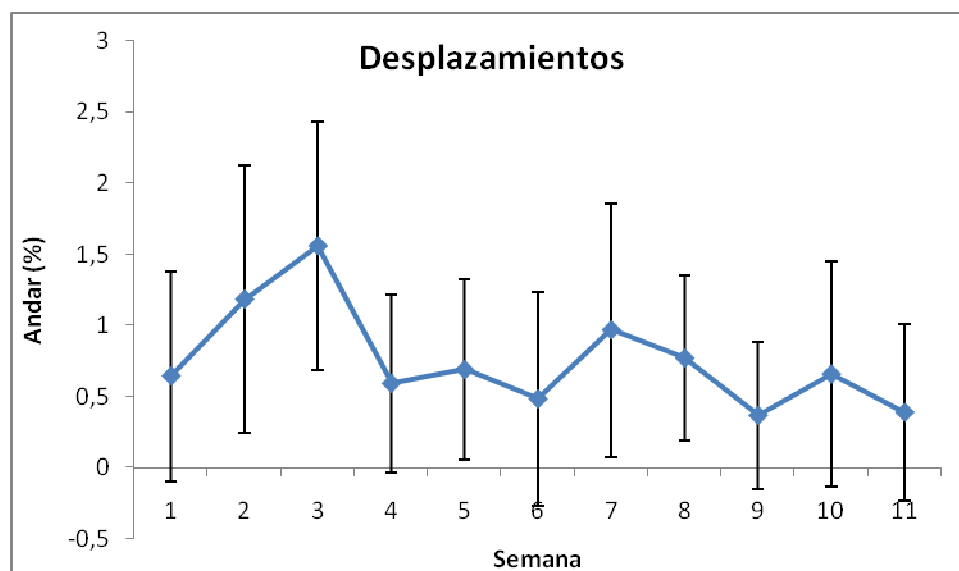


Figura 25: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Andar” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos.

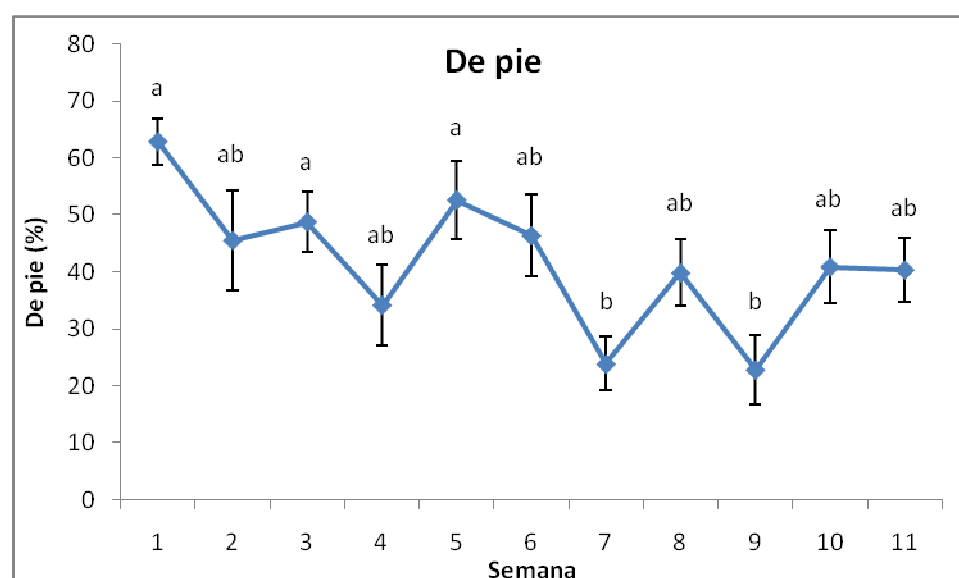


Figura 26: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “De pie” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

La frecuencia de aparición del comportamiento de estar tumbado varió significativamente en función de la semana (Tabla 4). Hubo una menor frecuencia de aparición de este comportamiento durante la primera semana del estudio (Tabla 4; figura 27). No se detectaron efectos significativos de la densidad (Tabla 4).

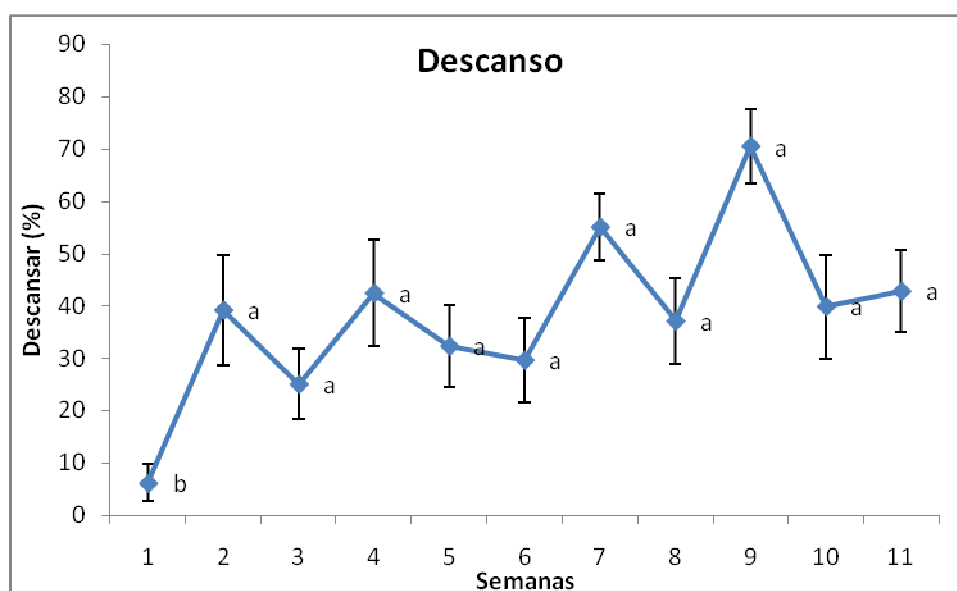


Figura 27: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Descanso” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

Según los resultados del análisis de la varianza, existe un efecto estadísticamente significativo de la semana en la frecuencia de estereotipias (Tabla 4). Sin embargo, no se detectaron efectos significativos de la densidad (Tabla 4).

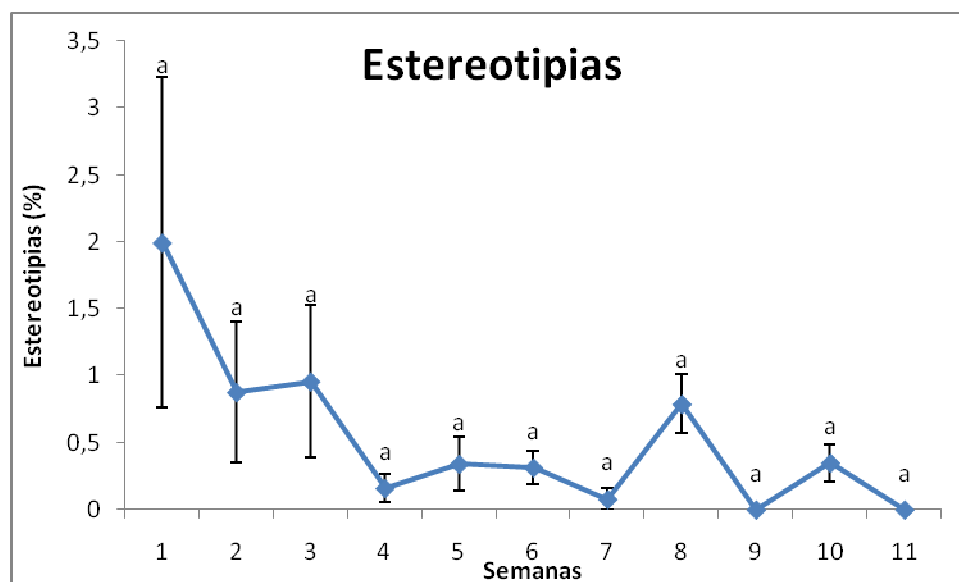


Figura 28: Evolución en el tiempo de la frecuencia de “Estereotipias” (%) en cada periodo de observación de 15 minutos. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

El análisis de la varianza de la frecuencia de autoacicalamientos en función de semana y densidad muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas (Tabla 4).

3.4. Comportamiento social

Según los resultados del análisis de la varianza, existen diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de interacciones negativas en función de la densidad (Tabla 5, Fig. 29), siendo más elevada en los corrales pequeños que en los corrales medianos o grandes.

Tabla 5: Efecto del tiempo, la densidad sobre las interacciones positivas y negativas.

Comportamiento	Semana				Densidad			
	F-valor	Num df	Den df	P-valor	F-valor	Num df	Den df	P-valor
Interacciones negativas	1.03	10	60	0.4315	10.29	2	6	0.0115
Interacciones positivas	1.20	10	60	0.3103	7.69	2	6	0.0221

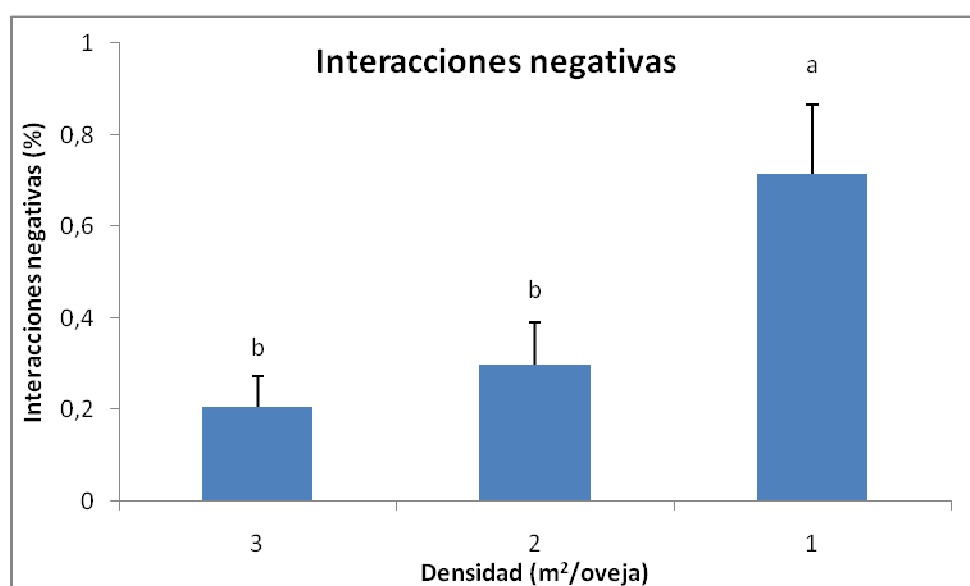


Figura 29: Frecuencia de "Interacciones negativas" (%) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)

El análisis de la varianza realizado muestra que solamente la densidad produce un efecto estadísticamente significativo en la frecuencia de interacciones positivas (Tabla 5). Al igual que ocurren con las interacciones negativas se observan diferencias

significativas entre los corrales pequeños y el resto, pero en este caso en los corrales pequeños la frecuencia de interacciones positivas resultó ser menor que en el resto (Tabla 5; Fig. 30).

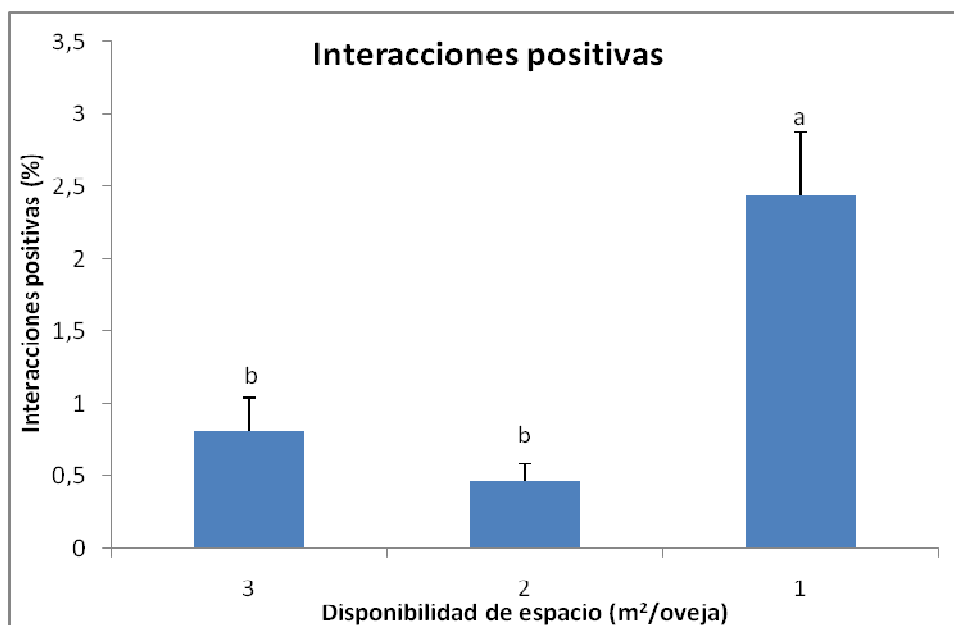


Figura 30: Frecuencia de “Interacciones positivas” (%) para cada densidad. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

3.5. Parámetros productivos

Se realizó el análisis de la varianza del efecto de la densidad de alojamiento de las madres sobre la prolificidad no obteniéndose ningún efecto aparente de la densidad sobre la ($F_{2,44} = 0.12$ $P = 0.8908$). Es decir, la densidad no afecta a la prolificidad de las ovejas.

Se realizó el análisis de la varianza del efecto de la densidad de alojamiento de las madres, del sexo de los corderos, y del número de corderos por parto sobre el peso de los corderos al nacimiento. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el peso de los corderos en función del sexo de los mismos y de si se trata de un parto simple o múltiple (Tabla 6). Sin embargo, no existen diferencias estadísticamente significativas del efecto de la densidad sobre el peso de los corderos al nacimiento.

Tabla 6: Efecto del sexo la densidad y el número de corderos por madre sobre el peso de los corderos al nacimiento.

Efecto	F-valor	Num df	Den df	P-valor
Sexo	9.99	1	76.7	0.0023
Densidad	0.45	2	6.05	0.6579
Hijo múltiple	80.96	1	77.9	<.0001

4. DISCUSIÓN

4.1. Distancias

La hipótesis planteada en este estudio fue que las variables de desplazamiento se verían afectadas por la densidad durante el periodo de gestación. De forma que, conforme aumentaran de peso las ovejas tuviesen mayores dificultades de movimientos y por lo tanto los desplazamientos se vieran poco a poco reducidos. Por otro lado, según las conclusiones de Boe y Andersen (2006) habría que esperar que cuanto menor fuera la disponibilidad de espacio aumentasen los desplazamientos. No obstante, los resultados obtenidos por Casamassina et al. (2001) sugieren lo contrario, con lo que y a pesar de las diferencias en la metodología entre los estudios, el efecto del espacio sobre el comportamiento no queda claro.

Tal y como se esperaba, se ha visto que tanto el paso del tiempo como la densidad afectan a la distancia total recorrida por las ovejas. El descenso en la distancia total recorrida entre la primera y segunda semana podría deberse a una fase de adaptación de las ovejas a los nuevos corrales (Fraser y Broom, 1990; Gonyou, 1986). A partir de la segunda semana los valores en distancias totales recorridas son similares, por lo que no se puede decir que haya un efecto de la gestación sobre la distancia total.

Además del efecto de las semanas también se ha visto cómo la densidad afecta a las distancias totales recorridas, observándose diferencias entre la media de los corrales pequeños en comparación con la media de las ovejas gestantes de los recintos de tamaño medio y grande. Estos resultados sugieren que a menor disponibilidad de espacio las ovejas modifican su comportamiento, incrementando la longitud de los desplazamientos cuando el espacio se lo permite. Además dicho cambio se produce entre los 2 m²/oveja y 1 m²/oveja, ya que entre los 2 m²/oveja y los 3 m²/oveja no se han encontrado diferencias en su comportamiento espacial.

En cuanto a la distancia neta, se ha encontrado que existe un efecto significativo del tiempo. La distancia neta recorrida disminuye levemente en el tiempo, aunque tampoco se puede decir que haya un efecto claro de la gestación. Las diferencias que existen entre unas semanas y las otras sugieren otras causas. Las principales

diferencias se observaron precisamente entre las semanas 1, 2 y 3. Estas diferencias se han visto también en la distancia total recorrida, y por lo tanto refuerzan la hipótesis de la existencia de un periodo de adaptación inicial de las ovejas a las nuevas condiciones ambientales (Fraser, y Broom, 1990).

Además, el hecho de que la distancia neta no varíe significativamente en función de la densidad podría sugerir una adaptación de las ovejas a la menor disponibilidad de espacio, siendo las trayectorias menos tortuosas cuando disponen de menor espacio. Esto se comprobó mediante el análisis de la varianza del ratio entre la distancia neta y la total que dan una idea de tortuosidad en las trayectorias, que no indicaron un efecto significativo de la densidad, por lo tanto se puede especular que la tortuosidad de las trayectorias de las ovejas no varía en función de la disponibilidad de espacio. La tortuosidad en cambio sí que se ve afectada por las semanas aunque en este caso tampoco se observa un efecto claro de la gestación. Las diferencias que se observan entre la primera y tercera semana de observaciones es probable que se deban al periodo inicial de adaptación ya mencionado.

Por otra parte, los resultados de los menores desplazamientos de las ovejas indican que existe disminución de la distancia mínima recorrida entre la primera y segunda semana de observaciones. Como ya se ha comentado antes podría ser debido a un periodo de adaptación (Fraser y Broom, 1990). La distancia mínima recorrida exceptuando en la primera y última semana es un valor muy próximo a 0 ya que en muchas ocasiones los desplazamientos que realizaban las ovejas eran muy cortos.

En cuanto a la distancia máxima recorrida sí que se ve afectada no solo por el tiempo sino también por la densidad. La disminución de la distancia máxima entre la primera y segunda semana de gestación podría indicar al igual que en las otras distancias una adaptación por parte de las ovejas a los nuevos corrales (Fraser y Broom, 1990).

Como era de esperar, y al igual que ocurre con la distancia total, las ovejas realizaron desplazamientos máximos más cortos en los corrales de mayor densidad (1 m²/oveja). Es decir, su comportamiento espacial se ve modificado cuando se reduce el espacio de 2 y 3m²/oveja a 1 m²/oveja. Estos resultados sugieren que el recinto más pequeño no ofrece las condiciones para que las ovejas puedan mantener los

desplazamientos máximos ideales ya que en recintos más grandes ($2 \text{ m}^2/\text{oveja}$ y $3 \text{ m}^2/\text{oveja}$) esta distancia tiende a ser mayor. No obstante, la ausencia de diferencias respecto a la distancia máxima entre animales en los recintos medianos y grandes hace suponer que los medianos proporcionan el espacio adecuado ya que esta distancia no se incrementa al aumentar en tamaño de corral de mediano a grande.

Los resultados del análisis de la distancia al vecino más próximo indican que hay un efecto significativo tanto de la semana como de la densidad. Analizando primero el efecto del tiempo, se observa una tendencia bastante clara a aumentar la distancia al vecino más próximo conforme avanza la gestación. Algunos estudios han demostrado que ciertas razas ovinas presentan una tendencia al aislamiento temporal antes del parto (Geist, 1971; Echeverri et al., 1992). Esto podría explicar el porqué las ovejas en este estudio también tienden a aumentar las distancias interindividuales en el tiempo. No obstante en el citado artículo se habla de un aislamiento temporal de aproximadamente una semana antes del parto, mientras que en este caso según queda reflejado en la figura 18, la tendencia es apreciable desde la décima hasta la decimoctava semana de gestación. Por otro lado, se sabe que las ovejas tienden a aumentar la cohesión del rebaño como respuesta a potenciales amenazas (Keeling y Gonyou, 2001). Así pues, podría suponerse que al inicio de las observaciones las ovejas considerasen los nuevos alojamientos fuente de posibles amenazas lo que las impulsaría a aumentar la cohesión del grupo para ir dispersándose poco a poco con el tiempo. Además de esto, se podría pensar que al aumentar las ovejas de volumen las distancias al vecino más próximo también aumentasen. En cualquier caso los resultados obtenidos sugieren una necesidad por parte de las ovejas a aumentar las distancias interindividuales conforme avanza la gestación.

Por otro lado los resultados del efecto de la densidad en la distancia al vecino más próximo indican que la distancia a la oveja más cercana aumenta progresivamente al aumentar la disponibilidad de espacio de recintos pequeños a grandes progresivamente. Lo mismo se observa con la distancia al vecino más lejano. Por lo tanto, se podría decir que las ovejas tienden a abarcar la mayor parte del espacio disponible al menos cuando la densidad es menor a $3 \text{ m}^2/\text{oveja}$. No obstante, la magnitud del incremento es muy pequeña. Sobre todo en el caso de la distancia al

vecino más próximo. En cuanto a las características de la raza Latxa en lo que a las distancias interindividuales se refiere, resulta difícil definir si es una raza con un elevado o reducido grado de cohesión y compararla con otras razas ya estudiadas. Las condiciones ambientales de los estudios conocidos son muy distintas. En este estudio la distancia media al vecino más próximo varía entre 1.16m y 78cm mientras que en estudios realizados con la Blackface escocesa dieron resultados de entre 5 y 11 metros (Dwyer y Lawrence, 1999). Los resultados no son comparables ya que entre otras diferencias en dicho estudio las ovejas disponían de fincas de varias hectáreas y además no eran ovejas gestantes.

4.2. Comportamientos alimenticios

El comportamiento alimenticio se suele ver como un factor, que en sí mismo no es relevante pero que es necesario para llevar a cabo la ingesta de alimentos (Emmans y Kyriazakis, 2001). Por eso, aunque no sea el objetivo en sí mismo, su análisis puede dar información valiosa. En este trabajo se analiza tanto la ingesta de alimentos como la ingesta de agua o minerales, por separado o como un conjunto, ya que los tres comportamientos están muy relacionados.

Se podría esperar que la ingesta de alimento aumentase a lo largo de las semanas ya que en el último tercio de la gestación las necesidades nutricionales aumentan (Buxadé, 1995; Benevides et al., 2011). Sin embargo, no se han obtenido esos resultados, ya que no se observó ninguna tendencia clara que indique una mayor presencia en comederos conforme avanza la gestación. Se podría suponer que esto se debe a los cambios de dieta a los que se les somete a lo largo de la gestación. Es decir, al adaptar los componentes de la dieta a las necesidades nutricionales de los animales, las ovejas se autorregularían no siendo necesaria variar la ingesta de alimentos. Este razonamiento se confirmaría por los resultados de (Bürger et al., 2000). Por otro lado, se podría haber esperado que durante las primeras semanas la frecuencia de “comer” disminuyese a consecuencia del estrés como respuesta al nuevo ambiente (Manteca, 2009). Sin embargo, esto no se ha observado en el presente estudio.

Al igual que en el análisis de la distancia total y neta se podría hablar sobre un posible efecto de la gestación sobre la ingesta de sales, por su creciente dificultad de movimientos, ya que para acceder a los bloques de sales las ovejas se debían mover exclusivamente para eso.

Por otro lado, en lo que a disponibilidad de espacio se refiere, se podría suponer que el posible estrés sufrido por las ovejas de los corrales más pequeños redujese la ingesta de alimentos ya que los estudios realizados hasta ahora apuntan en esa dirección (Barnett et al., 1992; Caroprese et al., 2009). No obstante en muchos de ellos se analiza el efecto del calor como factor estresante (Fuquay 1981) por lo que no son comparables. Así mismo existen estudios en los que el factor estresante es la restricción de espacio en los comederos (González et al., 2008). No obstante en este trabajo se evitó expresamente introducir aspectos de competencia alimentaria asignando a cada grupo de 6 ovejas 8 comederos. El hecho de tener más de un comedero por oveja, probablemente redujo bastante los posibles efectos de las distintas densidades sobre el comportamiento de las ovejas y además les permitió tener un espacio extra por donde sacar la cabeza aunque no fuera únicamente para alimentarse.

En cuanto a la relación entre ingestión de sales y disponibilidad de espacio hay una tendencia a que la ingestión de sales sea mayor en los corrales medianos. Se ha visto que la ingestión de sales varía en función del tamaño de grupo (Crosby et al., 2004). Sin embargo, en este estudio los grupos eran iguales para todas las densidades, por lo tanto habría que buscar otras causas que expliquen las diferencias.

En cuanto a la ingestión de agua se esperaba que los resultados mostrasen las mismas diferencias, tanto para el tiempo como para la disponibilidad de espacio, que el comportamiento de “Comer” y la “Ingestión de sales”, ya que los tres comportamientos están muy relacionados. De hecho, estudios anteriores sugieren que a medida que aumenta la ingesta de sales aumentan las necesidades de ingerir agua (Crosby et al., 2004) y que dependiendo de la disponibilidad de agua el comportamiento alimenticio varía (Averós et al., 2012). Si se observan los resultados, el tiempo no produce un efecto significativo en la frecuencia de “Beber”, mientras que la frecuencia de ingestión de sales muestra claramente una tendencia decreciente

conforme avanza la gestación. Además, aunque se observan distintas frecuencias entre las tres densidades estudiadas, no hay una tendencia clara. En los corrales grandes las ovejas realizan este comportamiento con menor frecuencia que en los corrales medianos y que en los pequeños. Sin embargo, las ovejas de los corrales pequeños acceden con menor frecuencia que las de los medianos a los bebederos.

4.3. Actividades

Los resultados para la frecuencia de comportamientos exploratorios muestran que existe una interacción entre el tiempo y la disponibilidad de espacio (Tabla 6). Lo esperado en este trabajo hubiera sido que se diese un proceso de adaptación de la frecuencia exploratoria de las ovejas de los tres corrales al comienzo de las observaciones ya que los animales investigan cualquier cambio que se produce en su ambiente para luego mostrar desinterés por ellos (Hughes 1997). Además cabría esperar que los animales que disponían de más espacio en los corrales más grandes mostrasen mayores frecuencias de comportamiento exploratorio (Averós et al., 2010). Efectivamente, se observa (Fig.19) que las diferencias entre corrales son mayores durante las primeras semanas y que partir de la cuarta las frecuencias se igualan. Por lo tanto se observa claramente el periodo inicial de adaptación. No obstante, no es en los corrales más grandes donde la frecuencia de este comportamiento es mayor, sino en los más pequeños. Esto podría explicarse como un periodo de adaptación que se ve acentuado en los corrales en los que el cambio es más brusco porque procedían de espacios más amplios en relación a los nuevos corrales, es decir, en los corrales en los que las ovejas disponen de $1\text{m}^2/\text{oveja}$. El hecho de que sean las ovejas de los corrales más pequeños las que más exploren durante la primera semana de observaciones podría estar relacionado con el miedo. La aproximación a nuevos estímulos para su exploración depende del grado de inhibición que ejerce el miedo sobre este comportamiento (Hughes, 1997). Cabe pensar que en los corrales pequeños las ovejas superan con mayor rapidez la fase del miedo al estar más cerca de todos los objetos del corral.

Desde el punto de vista del bienestar animal, el comportamiento exploratorio se considera deseable porque entre otras cosas, reduce el tiempo disponible para realizar

actividades menos deseables como interacciones negativas o estereotipias y porque ayuda a reducir las incertidumbres del ambiente (Westerath et al., 2009).

A partir de la sexta semana de observaciones la frecuencia del comportamiento exploratorio se reduce prácticamente a cero en todas las situaciones experimentales.

Estudios anteriores han encontrado que las ovejas tienden a explorar más cuando se acerca el momento del parto (Echerverri et al., 1992), observaciones que contrastan con lo encontrado en este estudio. Estos resultados podrían relacionarse con una falta generalizada de estímulos que les inciten a explorar, o que el peso debido al avanzado estado de gestación, en muchos casos de dos fetos les limitase de alguna manera esta actividad.

El comportamiento de andar implica desplazamientos dentro del corral. Es por eso que cabría esperar resultados similares a los de la distancia total recorrida. Solamente se encontró una tendencia decreciente de la frecuencia de desplazamientos conforme avanza la gestación y además los valores de las frecuencias en relación al resto de comportamientos son muy bajos (frecuencias entre 0.6 y 1,6 %). Los resultados obtenidos en las variables de distancias indican que había mucho movimiento durante los 15 minutos de observaciones. Por lo tanto, el comportamiento “andar”, totalmente unido a los desplazamientos, no sería una actividad poco frecuente o al menos no menos frecuente que la ingestión de sales (frecuencias entre 0 y 7%). El hecho de que no se observe ninguna relación entre los resultados de “andar” y las distancias recorridas, podría deberse a las características de los desplazamientos de la propia especie y a la dificultad de registrar este comportamiento que ello implica.

El comportamiento de estar “De pie” es una actividad pasiva que puede darse en distintas circunstancias. Puede ser la respuesta a una situación amenazante en la que la oveja, mediante la inmovilización, refleja la expresión del miedo (Romeyer et al., 1992), pero también puede ser una forma de reposo.

Los resultados muestran que hay una ligera tendencia decreciente (Fig.21) de la frecuencia con que las ovejas permanecen de pie conforme avanza la gestación. Esto podría deberse, al igual que se ha comentado en el primer apartado de la discusión, al efecto de la gestación sobre el tiempo que las ovejas permanecen de pie.

El “Descanso” en este trabajo engloba a todos los comportamientos en los que la oveja se encuentra tumbada. No obstante, en algunos estudios se diferencia entre “animal tumbado, despierto y sin rumiar”, “animal tumbado, despierto y rumiando” y “animal durmiendo” (Das 2001) y en otros se llega a distinguir entre distintos tipos de sueño. En este caso, más que el análisis detallado del descanso, lo que nos interesa es el descanso en relación al uso del espacio y el tiempo. Por lo tanto, agrupamos todos los posibles tipos en uno solo. Las diferencias de la frecuencia de “descanso” en el tiempo solo se encontraron entre la primera y segunda semana. Esto concuerda con la idea del análisis de las distancias de que existe un periodo de adaptación.

En cuanto al efecto de la disponibilidad del espacio, Boe et al., (2006) encontraron que en ovejas gestantes cuando se reduce el espacio de reposo de 0,75 a 0,5m²/oveja también se reduce significativamente el tiempo de reposo. No obstante, vieron que el tiempo de descanso era importante, ya que las ovejas alojadas a 0,5m²/oveja al no poder tumbarse sobre la zona preparada para el descanso (cama de serrín) lo hacían sobre una zona de madera. En los resultados de este trabajo no se han encontrado diferencias significativas sobre las frecuencias de descanso en función de la disponibilidad de espacio. La explicación puede deberse, como se ha concluido en otros estudios, a que el tiempo de reposo es una prioridad y una necesidad de comportamiento inelástica (Jorgensen et al., 2009; Jensen et al., 2005). Además, es una táctica de supervivencia frente a depredadores y contribuye, a la salud cerebral y eliminación de restos neuronales (Das, 2001).

En lo que a las estereotipias se refiere, un animal que muestra este comportamiento repite continuamente uno o varios movimientos sin una finalidad clara (Fraser y Broom, 1990). Se han observado estereotipias durante procesos patológicos, cuando el animal no controla el ambiente que lo rodea o esta infraestimulado (Corke y Broom, 1999). No se conoce cuál es el objetivo de las estereotipias pero se considera un indicador negativo de bienestar animal (Fraser y Broom, 1990).

En este trabajo, a pesar de que no se ha encontrado un efecto significativo entre las semanas, numéricamente se podría decir que a partir de la cuarta semana las estereotipias se reducen prácticamente a cero y que se mantienen constates hasta el

final de la gestación. Esto podría ser consecuencia de la fase inicial de adaptación de la que se ha ido hablando a lo largo de la discusión. Las ovejas llevaban a cabo comportamientos estereotípicos al no controlar el nuevo ambiente de los corrales.

4.4. Comportamiento social

Las interacciones negativas son comportamientos normales de los animales, pero en situaciones de confinamiento, si las agresiones persisten durante mucho tiempo o generan lesiones pueden ser un problema (P. Jensen 2004). Las agresiones, que se dan en función de las relaciones de dominancia, pueden comprometer la productividad de la explotación.

En los resultados de este trabajo se ha visto que tanto las interacciones negativas como las positivas aumentan conforme disminuye la disponibilidad de espacio (Figuras 23 y 24).

En los estudios realizados con ovejas (Echerverri et al., 1992) se ha indicado que un alto grado de interacciones sociales podría estar relacionado con altas densidades de cría. No obstante, las interacciones sociales registradas en dicho estudio eran únicamente positivas. De hecho pocos estudios hablan de interacciones sociales negativas en ovejas. Las agresiones que se dan entre ovejas parece que están más relacionadas con situaciones de recursos limitados (espacio y alimento) que con relaciones de dominancia. Jorgensen et al. (2009) encontraron que el tamaño de grupo no afectaba al nivel de agresiones, pero que sí que puede haber un efecto de la disponibilidad del espacio ya que la mayor parte de interacciones agresivas observadas fueron empujones utilizados para desplazar a otras ovejas.

Así pues, el mayor número de interacciones registradas en los corrales de menor tamaño, podría explicarse por la falta de espacio y la necesidad de desplazar al resto de las ovejas para poder llevar a cabo otros comportamientos.

El soporte social entre los animales de un mismo grupo ayuda a hacer frente a los agentes estresantes (Rault 2012). Según esto, en las ovejas de los corrales con más factores estresantes se observarían más interacciones positivas. Así pues, la figura 24 mostraría que los corrales más estresantes son los de menor disponibilidad de espacio.

Por otro lado, la comunicación olfativa contribuye al reconocimiento entre individuos (Keeling, 1995). En este caso como las ovejas ya se conocían antes de que fuesen alojadas en los nuevos corrales es normal que no se hayan observado diferencias en la frecuencia de interacciones positivas en función del tiempo. Las implicaciones que puede tener el contacto físico, que ha sido la otra interacción positiva que se ha considerado en este trabajo, no están tan claras ya que la necesidad de contacto físico entre los animales no se ha estudiado lo suficiente (Rault, 2012). No obstante, se considera que las interacciones táctiles positivas muestran relaciones afiliativas entre las ovejas (Guilhem et al., 2000).

4.5. Parámetros productivos

Entre los factores conocidos que ejercen una influencia sobre la prolificidad de las ovejas se encuentran el genotipo de la oveja, la nutrición, el ambiente (temperatura, estación, clima, etcétera) la edad de los animales y el manejo (Cottle, 2010). No obstante, en este estudio se intentó eliminar o igualar para todas las ovejas el efecto de cualquiera de estos factores. Se suministró a todas las ovejas la misma dieta y se evitaron posibles diferencias por competencia alimentaria en la ingesta estandarizando el número de comederos por oveja. Además, al estar alojadas todas al mismo tiempo en un mismo establo el ambiente era el mismo. Se colocó cama de paja por igual en todos los corrales. Se equilibró al máximo la edad de los animales de cada corral y además se esquilieron todas al mismo tiempo.

Este análisis se realizó para comprobar si la densidad de alojamiento, al ser una posible fuente de estrés, ejerce un efecto directo sobre la prolificidad de las madres. Tal y como se ha visto en los resultados la prolificidad no varía en función de la disponibilidad de espacio de las madres.

Por otro lado el peso al nacimiento es uno de los factores que más afecta a la mortalidad de los corderos (Fogarty et al., 2000). Este a su vez depende de varios factores. Tal y como lo han confirmado los resultados de este trabajo, el peso al nacimiento varía en función del sexo y de si es un parto simple o múltiple (Tabla 19). Por otro lado, se sabe que la nutrición de las madres afecta en gran medida al peso al

nacimiento de los corderos (Smith et al., 2009). También se encontró que el estrés térmico afecta al peso al nacimiento de los corderos (Brown et al., 1977). Sin embargo, hasta ahora no se habían realizado estudios que analizasen el efecto de la disponibilidad del espacio.

Así pues, en este trabajo se encontró que, asegurando la disponibilidad y calidad de nutrientes, no existen diferencias estadísticamente significativas del efecto de la disponibilidad de espacio sobre el peso de los corderos al nacimiento.

5. CONCLUSIONES

- Los resultados indican que la distancia total, neta y distancia máxima es mayor en ovejas mantenidas a densidades de 2 y 3 m²/oveja en comparación a 1 m²/oveja, mientras que la distancia al vecino más próximo es mayor en los grupos con mayor disponibilidad de espacio. Estos resultados sugieren que desde el punto de vista de utilización del espacio y a efectos prácticos, podría ser recomendable dar un mínimo de 2 m²/oveja para asegurar el bienestar animal.
- Respecto al comportamiento se observó que las ovejas mantenidas en recintos medianos y pequeños pasaban más tiempo en el comedero, quizá reflejando un comportamiento de evasión del resto de los miembros del grupo. Además se observó un incremento significativo de las interacciones sociales tanto negativas, como positivas en los grupos mantenidos a 1 m²/oveja, lo que podría indicar que la reducción espacial incide directamente en las relaciones sociales entre los miembros del grupo. No obstante dado que la frecuencia de interacciones positivas fue substancialmente mayor que las negativas no es posible concluir que la reducción espacial suponga un gran coste en términos de estrés social para las ovejas, que es una especie extremadamente gregaria.
- Casi todos los parámetros medidos reflejan la existencia de una fase de adaptación inicial a los nuevos corrales. El problema está en saber si el proceso de adaptación ha supuesto un coste biológico o no, y si después de este periodo de adaptación la respuesta de estrés desaparece, alcanzando un alto grado de bienestar o persiste. En este sentido, el hecho de que no se haya observado una disminución en la frecuencia de la actividad “comer” durante las primeras semanas y que tampoco se hayan obtenido resultados significativos en los parámetros reproductivos hace pensar que probablemente, no hubo coste biológico.

- Contrariamente a lo esperado parece que la gestación no afecta a los desplazamientos de las ovejas. Sí que se ha observado que la distancia al vecino más próximo aumenta y que la ingestión de sales y la frecuencia de estar de pie disminuyen conforme avanza la gestación, pero esto no implica que las necesidades espaciales cambien durante este periodo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arave, C. W., Albright, J. L. y Sinclair, C. L., (1974). Behavior, Milk Yield, and Leucocytes of Dairy Cows in Reduced Space and Isolation. *Journal of Dairy Science*, nº 57: 1497-1501.
- Averós, X, Brossard, L., Dourmad, J. Y., de Greef, K. H., Edge, H. L., Edwards, S. A. y Meunier-Salaün, M.-C., (2010). A meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment characteristics on the behaviour and performance of pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 127: 73-85.
- Averós, X., Brossard, L., Dourmad, J. Y., de Greef, K. H., Edwards, S. A. y Meunier-Salaün, M. C., (2012). Meta-analysis on the effects of the physical environment, animal traits, feeder and feed characteristics on the feeding behaviour and performance of growing-finishing pigs. *The Animal Consortium*, 2012: 1-15.
- Barnett, J. L., Hemsworth, P. H., Conin, G. M., Newman, E. A., McCallum, T. H., y Chilton, D, (1992). Effects of pen size, partial stalls and method of feeding on welfare-related behavioral and physiological responses of group-housed pig. *Behav. Sci.*, nº 34: 207-220.
- Benevides, Y. I., Campos, W. E., Rodriguez, N. M., Macedo Junior, G. L., Borges, I., Ferreira, M. I. C., Brito, T. S. y Pires, C. P., (2011). Ingestive behavior of ewes submitted or not to nutritional restriction during pregnancy. *Archivos de zootechnia* 60, nº 232: 892.
- Boe, K. E, Berg, S. y Andersen, I. L., (2006). Resting behaviour and displacements in ewe. Effects of reduced lying space and pen shape. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 98: 249-259.
- Broom, D. M., (1988). The scientific assessment of animal welfare. *Applied Animal Behavior Science*, nº 20: 5-19.
- Brown, D. E., Harrison, P. C., Hinds, F. C., Wallace, J. A. y Lewis, M. H., (1977) Heat Stress Effects on Fetal Development during Late Gestation In ge Ewe. *Journal of Animal Science* 44: 442-446.
- Bürger, P. j., Pereira, J. C., de Queiroz, A. C., Coelho da Silva, J. F., de Campos Valadares hijo, S., Cecon, P. R. y Casali, A. D. P., (2000). Ingestive Behavior in Holstein Calves Fed Diets with Different concentrate level. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29, nº 1: 236-242.
- Buxadé, C., (1995). Alimentos y Raccionamiento. *Mundi-Prensa Libros, S.A*, Vol. 3.

- Caroprese, M., Annicchiarico, G., Schena, L., Muscio, A., Migliore, R. y Sevi, A., (2009). Influence of space allowance and housing conditions on the welfare, immune response and production performance of dairy ewes. *Journal of Dairy Research* 76: 66-73.
- Casamassima, D., Sevi, A., Palazzo, M., Ramacciato, R., Colella, G.E. y Belliti, A., (2001) Effects of two different housing systems on behavior, physiology and milk yield of Comisnana ewes. *Small Ruminant Research*, n° 41: 151-161.
- Clark, P. J., y Evans, F. C., (1954). Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationship in populations. *Ecology*, n° 35: 445-453.
- Comisión, Europea, (2007). Attitudes of consumers towards the welfare of farmed animals.
- Comisión, Europea, (2020). Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones (Brussels, COM(2010) 672/5). La PAC en el horizonte de 2020: Responder a los retos futuros en el ámbito territorial, de los recursos naturales y alimentario.
- Corke, M. J., y Broom, D.M., (1999). The behaviour of sheep with sheep scab, *Psorptes ovis* infestation. *Veterinary Parasitology*, n° 83: 291-300.
- Cottle, D. J., (2010) The International Sheep and Wool Handbook. *Nottingham University Press*.
- Crosby, T. F., Boland, T. M., Brophy, P.O., Quinn, P.J., Callan, J.J. y Joyce, D., (2004). The effects of offering mineral blocks to ewes pre-mating and in late pregnancy on block intake, pregnant ewe performance and immunoglobulin status of the progeny. *Animal Science*, n° 79: 493-504.
- Das, N., (2001). Factors influencing the inactive behaviours of stall-fed sheep under experimental conditions. *Small Ruminant Research*, n° 42: 39-47.
- Decisión del Consejo 78/923/CEE. 1978. Relativa a la celebración del Convenio Europeo sobre protección de los animales en las ganaderías. Diario Oficial L 323, 17/11/1978, 99. 0012-0013.
- Decisión del consejo de 19 de junio de 1978 relativa a la celebración del Convenio Europeo sobre protección de los animales en las ganaderías (78/923/CEE). Consejo de las Comunidades Europeas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 17.11.78. Vol. 15/03.
- Detrain, C., (2011). Ethologie appliquée. ULB.

- Directiva 98/58/CE del consejo de 20 de julio de 1998 relativa a la protección de los animales en las explotaciones ganaderas. Condejo de la Unión Europea. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 8.8.98. L221/23.
- Directiva del consejo de 18 de noviembre de 1974 relativa al aturdimiento de los animales antes de su sacrificio (74/577/CEE). Consejo de las Comunidades Europeas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 26.11.74. Vol. 07/03.
- Dove, H., Belharz, R. G. y Black, J. L., (1974). Dominance patterns and positional behaviour of sheep in yards. *Animal Production*, nº 19 (1974): 157-168.
- Dwyer, C. M. y Lawrence. A. B., (1999) Ewe-ewe and ewe-lamb behaviour in a hill and a lowland breed of sheep: a study using embryo transfer. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 61 (1999): 319-334.
- Echeverri, A. C., Gonyou, H. W. y Ghent. A. W., (1992). Preparturient behavior of confined ewes. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 34: 329-344.
- Emmans, G., y Kyriazakis, I., (2001). Consequences of genetic change in farm animals on food intake and feeding behaviour. *Proceedings of the Nutrition Society*, nº 60 (2001): 115-125.
- Estévez, I., (2002). Dealing with animal welfare issues: proactive strategies and voluntary regulations. Editado por "College Park, MD The Department of Animal and Avian Science". *Proceedings of the 49th Maryland Nutrition Conference*. 3-19.
- Estévez, I., y Christman, M. C., (2006). Analysis of the movement and use of space of animals in confinement: The effect of sampling effort. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 9 (2006): 221-240.
- FAOSTAT. FAOSTAT. 2010. <http://faostat3.fao.org/home/index.html> (acceso en Agosto de 2012).
- FAWC. www.defra.gov.uk (acceso en Agosto de 2012).
- Fisher, A. D., Crowe, M. A., Kiely, P. O. y Enright W. J., (1997). Growth, behaviour, adrenal and immune response of finishing beef heifers housed on slatted floors at 1.5, 2.0, 2.5 or 3.0 m² space allowance. *Livestock Production Science*, nº 51: 245-254.
- Fogarty, N. M., Hopkins, D. L. y Ven, R., (2000). Lamb production from diverse genotypes. 1. Lamb growth and survival and ewe performance. *Animal Science* 70, nº 1: 135-145.
- Fraser, A. F., y Broom, D. M., (1990). Farm Animal Behavior and Welfare. London: Bailliere Tindall.

- Fuquay, J. W., (1981). Heat Stress as it Affects Animal Production. *Journal of animal science*, n° 52: 164-174.
- Geist, V.,(1971). Mountain Sheep. A study in Behavior and Evolution. *University of Chicago Press*. 383 pp.
- Gonyou, H. W., (1986). Symposium on "Indices to Measure Animal Well-Being": Assessment of Confort and Well-Being in Farm Animals. *Journal of Animal Science*, n° 62: 1769-1775.
- González, L. A., Ferret, A., Manteca, X., Ruíz-de-la-Torre, J. L., Calsamiglia, S. Devant, M. y Bach, A., (2008). Performance, behavior, and welfare of Friesian heifers housed in pens with two, four, and eight individuals per concentrate feeding place.» *American Society of Animal Science* 86: 1446-1458.
- Guilhem, C., Bideau, E., Gerard, M.L. y Maublanc, M. L., (2000). Agonistic and proximity patterns in enclosed mouflon ewes in relation to age, reproductive status and kinship. *Behaviural Processes*, n° 50: 101-112.
- Horgan, R., y Gavinelli, A.. The expandin role of animal wlfare within EU legislation and beyond. *Livestock Science*, n° 103: 303-307.
- Hughes, R.N., (1997). Intrinsic exploration in animals: motives and measurement. *Behavioural Processes*, n° 41: 213-226.
- Jensen, M. B., Pedersen, L. J. y Munksgaard. L., (2005).The effect of reward duration on demand fuctions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions. *Applied Animal Behaviour Science*, n° 90: 207-217.
- Jensen, P., (2004). Etología de los animales domesticos. Acribia Editorial.
- Jorgensen, G. H. M., Andersen, I. L., Berg, S. y Boe, K.E.,(2009). Feeding, resting and social behaviour in ewes housed in two different group size. *Applied Animal Behaviour Science*, n° 116: 198-203.
- Jorgensen, G. H. M., Andersen, I. L. y Boe, K. E., (2009). The effect of different pen partition configurations on the behaviour of sheep.» *Applied Animal Behaviour Science*, n° 119: 66-70.
- Keeling, L. J., y Gonyou, H. W., (2001). Social Behaviour in Farm Animals. CABI Publishing.
- Keeling, L. J., (1995). Spacing behaviour and an ehtological approach to assessing optimum space allocations for groups of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 44: 171-186.

- Kornegay, E. T., Lindemann, M. D. y Ravindran. V., (1984). Effects of dietary lysine levels on performance and immune response of weanling pigs housed at two floor space allowances. *Journal of Animal Science*, nº 71: 552-556.
- Leone, E. H., y Estévez, I., (2008). Use of space in the domestic fowl: separating the effects of enclosure size, group size and density. *Animal Behaviour*, nº 76: 1673-1682.
- MAGRAMA, (2011). <http://www.magrama.gob.es/es/> (acceso en Junio de 2012).
- Mallapur, A., Miller, C., Christman, M. C. y Estévez, I., (2009). Short-term and long-term movement patterns in confined environments by domestic fowl: Influence of group size and enclosure size. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 117: 28-34.
- Manteca, X., (2009). Etología Veterinaria. Multimédica Ediciones Veterinarias.
- Mogensen, L., Krohn, C. C., Sorensen, J. T., Hinhede, J. y Nielsen, L.H., (1997). Associations between resting behaviour and live weight gain in dairy heifers housed in pens with different space allowance and floor type. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 55: 11-19.
- Nielsen, H. L., Mogensen, L., Krohn, C., Hindhede, J. y Sorensen, J. T., (1997). Resting and social behaviour of dairy heifers housed in slatted floor pens with different sized bedded lying areas. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 54: 307-316.
- OIE. <http://www.oie.int/es/> (acceso en Agosto de 2012).
- Petherick, J. C., (2007). Spatial requirements of animals: Allometry and beyond. *Journal of Veterinary Behavior*, nº 2: 197-204.
- Petherick, J. C., y Phillips, C. J. C., (2009). Space allowance for confined livestock and their determination from allometric principles. *Applied Animal Behavior Science*, nº 117: 1-12.
- Prieto, M., Mouwen, J.M., López, S. y Cerdeño, A., (2008). Concepto de calidad en la industria agroalimentaria. *Interciencia* 33, nº 4: 258-264.
- Rault, J. L., (2012). Friends with benefits: Social support and its relevance for farm animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 136: 1-14.
- Reglamento (CE) nº 889/2008 de la comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y control. Comisión de las Comunidades Europeas. Diario Oficial de la Unión Europea. 18.9.2008

- Reglamento (CE) Nº 834/2007 del consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (Cee) nº 2092/91. Consejo de la Unión Europea. Diario Oficial de la Unión Europea. 20.07.2007.
- Romeyer, A., y Bouissou, M. F., (1992). Assessment of fear reactions in domestic sheep, and influence of breed and rearing conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 34: 93-119.
- Roussel, S., Hemsworth, P. H., Boissy, A. y Duvaux-Ponter, C., (2004). Effects of repeated stress during pregnancy in ewes on the behavioural and physiological responses to stressful events and birth weight of their offspring. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 85: 259-276.
- Sanchez, C., y Estevez, I., (1998). The Chickitaizer. Software created to digitalize spatial location of animals while keeping track of their behavior and identification codes. New 2006 version allows data entry from a Tablet PC. Editado por University of Maryland. College Prk Md 20742.
- Sejian, V., Lakritz, J., Ezeji, T. y Lal, R., (2009). Assessment Methods and Indicators of Animal Welfare. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 6, nº 4: 301-3011.
- Selye, H., (1936). A syndrome produced by diverse noxious agents. *Nature*, nº 138: 32-34.
- Sevi, A., (2009). Animal-based measures for welfare assessment. *Italian Journal Animal Science* 8, nº 2: 904-911.
- Sevi, A., Massa, S., Annichiarico, G., Dell'aquila, S. y Mucio A., (1999). Effect of stocking density on ewes`milk yield, udder health and microenvironment. *Journal of Dairy Research* 66: 489-499.
- Smith, N. A., McAuliffe, F. M., Quinn, K., Lonergan, P. y Evans, A. C. O., (2009). Transient high glycaemic intake in the last trimester of pregnancy increases offspring birthweight and postnatal growth rate in sheep: a randomised control trial. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology* 116, nº 7: 975-983.
- Special Eurobarometer 270/Wave 66.1. 2007. Attitudes of EU citizens towards Animal Welfare. TNS Opinion & Social -European Commission.
- Tratado de Amsterdam por el que se modifican el tratado de la unión europea, los tratados constitutivos de las comunidades europeas y determinados actos conexos. 1997. Comunidades Europeas.

- Turchin, P., (1998). Quantitative Analysis of Movement, Measuring and Modeling Population Redistribution an Animals and Plants. Editado por Sinauer. Sunderland.
- Wandel, M., y Bugge. A. (1996). Environmental concern in consumer evaluation of food quality. *Food Quality and Preference* 8, nº 1: 19-26.
- Weng, R.C., Edwards, S.A. y English. P.R., (1998). Behaviour, social interactions and lesion scores of group-housed sows in relation to floor space allowance. *Applied Animal Behaviour Science* 59, nº 4: 307-316.
- Westerath, H., Laister, S., Winckler, C. y Knierim, U.,(2009). Exploration as an indicator of good welfare in beef bulls: An attempt to develop a test for on-farm assessment. *Applied Animal Behaviour Science*, nº 116: 126-133.
- Zeeb, K., Bock, C. y Heinzler, B.,(1988). Control and social stress by consideration of suitable space. Editado por Zayan, R. y Dantzer, R.

7. ANEXO A: Imágenes de los corrales

Imagen general de los corrales



Numeración de las ovejas



Corral pequeño



Corral mediano



Corral grande



8. ANEXO B : Poster AWIN

Space use according to space allowance in pregnant dairy ewes



A. Lorea^{1,3}, X. Averós¹, J. Marchewka¹, J. Beltrán¹, J., Arranz¹, R. Ruiz¹, I. Estévez^{1,2}

¹ Neiker-Tecnalia, Granja Modelo Arkaute, PO Box 46, 01080 Vitoria-Gasteiz, 01080 Spain

² IKERBASQUE, Basque Foundation for Science, Arretxaba, Neiker-Tecnalia, Vitoria-Gasteiz, 01010 Spain

³ UPNA, Universidad Pública de Navarra, Campus de Arrosadua, Pamplona-Iruña, 31006 Spain

Aim of the study

To determine the effect of space allowance in the use of space of pregnant ewes during gestation.

Hypothesis:

- Total, net, maximum and minimum distance will decrease with increasing density.
- All distances will decrease throughout gestation due to ewes experiencing increasing movement difficulties.

Material and Methods

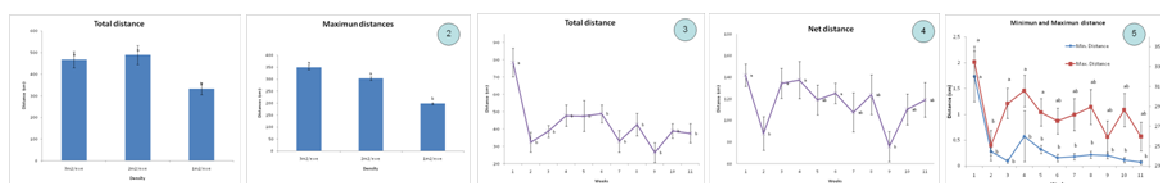
- **Scan sampling:** one 15 min scan/pen; 2 days/week during 11 weeks (beginning on day 69 of pregnancy); Chickitizer software

- **Studied variables (based on an hypothetical example):**

- Total distance= D12+D23+D34+D45+D56
- Net distance= D61
- Maximum distance= Longest 'step' in 15 min. (D56)
- Minimum distance= Shortest 'step' in 15 min. (D12)



Results



- Net distance for density $P > 0.05$
- Minimum distance for density $P > 0.05$

Discussion

- Total and maximum distances were smaller in high as compared to medium and low space allowances.
- Net distance was not significantly affected. This suggests an adaptation of trajectories to space allowance, trajectories being more straight under limited space conditions.
- After a transient adaptation period, observed during the 2nd week, values partially recovered during the rest of the experimental period indicating a link to the satisfaction of basic needs such as feeding.
- Contrary to what was expected there was not a clear effect of the gestation time in the studied measures of space use.

Acknowledgements

The authors wish to thank the EU VII Framework programme (FP7-4-BSE-2010-4) for financing the Animal Welfare Indicators project and for providing funds for Xosha Aizcor and Joana Marchewka to present this paper.



www.animal-welfare-indicators.net



